

No. 13

Mar. 1959

LIBRARY

CT 5 1961

WILDLIFE SERVICE

BULLETIN
OF

✓TB

TOHOKU REGIONAL
FISHERIES RESEARCH LABORATORY

東 北 海 區 水 產 研 究 所
研 究 報 告

第 13 号

水 産 庁

東 北 海 区 水 産 研 究 所

宮 城 県 塩 釜 市

昭和 34 年 3 月

TOHOKU REGIONAL FISHERIES RESEARCH LABORATORY

SHIOGAMA, MIYAGI PREF., JAPAN

東北海区水産研究所 研究報告 第13号

目 次

三陸近海に於ける水温逆転の現象について (第1報).....	黒 田 隆 哉	1
東北海区における極前線帯とその変動について (第3報)		
終戦後5年間の水塊配置の変動とカツオ・ビン		
ナガ漁場の海況条件.....	川 合 英 夫	13
カツオの餌付に関する研究 第1報 東北海区のカツオの		
餌付と消化管との関係.....	{東北水研 東北大学 東北水研 堀 狩 小 田 谷 川 秀 貞 之 二 達	60
日本近海のカツオ竿釣漁業における漁況の変動について 第3報.....	{川 崎 永 沼 健 章	79
マアジの生態についての基礎的研究.....	川 崎 健	95
アオノリ類の生態的研究 (I) ヒメアオノリ		
<i>Enteromorpha nana</i> var. <i>minima</i> SJÖSTEDT.....	秋 山 和 夫	108
グリシン・セリン・タウリンのペーパー・クロマトグラ		
フイーによる分離・検出.....	梅 本 滋	115

三陸近海に於ける水温逆転の現象について※

第 1 報

黒 田 隆 哉

NOTES ON THE PHENOMENA OF "INVERSION OF WATER TEMPERATURE" OFF THE SANRIKU COAST OF JAPAN (I)

By

Ryuya KURODA

The phenomena of the inversion of water temperature in the vertical distributions of water temperature observed in the sea, seem to be concerned with the vertical and horizontal mixing of the sea waters of different properties.

But so far as is known, literatures dealing with the mechanism of growth of the phenomena are scanty.

In this paper is reported the results of study on the properties of these phenomena, using the data obtained by the investigation in the skipjack fishing field, in the last decade of July 1956, in the sea region off the Sanriku Coast of Japan.

The following results with regard to the inversion of water temperature was made clear to some extent, namely, about the geographical and vertical distributions of these phenomena in the stated sea region.

1) These phenomena are mostly found in the mixing region (Transition Area) between the sea waters of different properties.

2) The temperature difference in the inversion layer ($T_a - T_b$, see Fig. 2) are greater in the upper layer of the sea than in the lower layer.

3) The thickness of the inversion layer ($a - b$, see Fig. 2) are thinner in the upper layer than in the lower layer.

4) The gradient of temperature ($(T_a - T_b)/(a - b)$) are greater in the upper layer than in the lower layer.

5) From the data obtained, though a certain relation was not found between the number of phenomena and their depths of appearance, but the phenomena in which the inversion layer are thin appear more frequently than in those which are thick.

From these results and that the vertical variations of the properties of the pheno-

mena correspond to that of the temperature difference or the density difference between the waters of different properties, the phenomena of the inversion of water temperature are assumed to appear by the existence of warm and cold eddies in disorder shed out from the waters of different properties.

まえがき

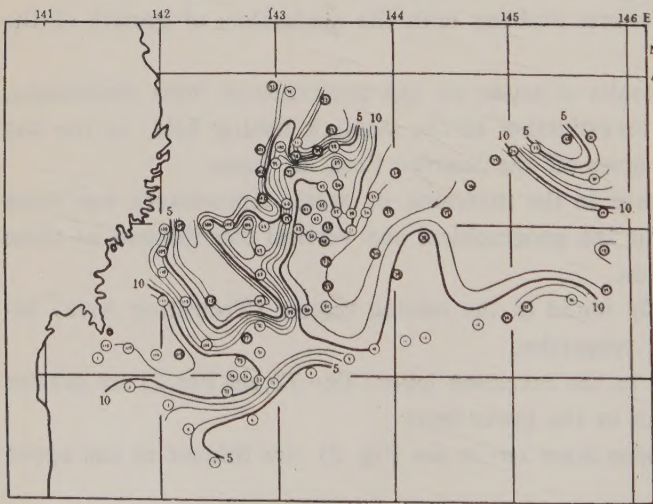
海洋若しくは湖沼に於ける水温・密度の鉛直分布に、所謂逆転の現象が見られる事はこれ迄にも屢々報告されている（木村, 1938; KAWAI, 1955; 海洋速報 No. 50, 1955; 黒田, 1958）。

これ等の報告によれば水温や密度の逆転現象は、湖沼の様に中層に地下水の注入がある場合を除いては、一般に隣接する異質水塊の水平及び鉛直混合に起因するものと考えられている。然しこれ等の現象が実際にどんな過程を経て発生するかについては、未だよく判っていない。著者は昭和31年7月末、三陸近海で実施した水産庁蒼鷹丸によるカツオ漁場調査（東北海区水研海洋観測成果表, 1957）の際、特に此の現象について詳しく観測したので、これ等を統計的に吟味し、成因について若干考察を行つた結果を報告する。

本文に入るに先立ち、御指導いただいた本所長木村喜之助博士、御校閲いただいた資源部長山村弥六郎博士、並びに精密海洋観測に熱心に協力された本所八百正和技官・蒼鷹丸今村元船長以下乗組員の方々に厚く御礼を申述べ。

調査の方法及び結果

1. 昭和31年7月下旬の三陸近海の海況と水温逆転現象出現の地理的分布



第1図 昭和31年7月下旬三陸近海海況図（100m層水温分布図）

昭和31年7月20日～30日水産庁調査船蒼鷹丸による三陸近海カツオ漁場調査（東北海区水研, 1956年度海洋観測成果表）

- …水温逆転現象が出現している観測点。数字は観測点番号
- ◎…水温逆転現象が不明瞭若しくは全く出現していない観測点。数字は観測点番号

* 鶴見精工製 300m用BT

** 図示した観測点は St.1.～St.118 であるが、この外に St.91の1, St.91の2等の観測点があるので、これ等を含めると総観測点数は130点となる。

*** 不明瞭なものは除いた。

蒼鷹丸の行動図及び観測点は第1図に示す通りで、この中7月24日～29日の6日間（St.38～St.118）は、特に水温逆転現象の調査を主として多数の観測を行つた。東北海区では100m層の水温分布が、其の時期の海流の状態や、水塊の配置等と良く対応する事が知られているので、こゝでは100m層水温分布図（第1図）で当時の海況を示す。これによれば、当時の水塊配置は以下の通りである。即ち、北緯38度附近には所謂黒潮内側低温帯（川合, 1955）と見られる水温5°C以下の低温低塩

な水帯が東にのび、又親潮第1分枝は鮫崎近海を南下しその先端は金華山東方線上にある。更に親潮第2分枝の先端と思われる水温 5°C 以下の冷水が北緯 $39^{\circ}30'$ 、東経 $145^{\circ}30'$ 方面に認められる。そしてこれ等3冷水域に囲まれて、水温 10°C 以上、塩素量 18.90% 以上の高温・高塩水域が広く分布し、上記3冷水域との間に著しい潮境を作っている。この暖水域は黒潮第1分派に相当する暖水塊であつて(宇田, 1938; 川合, 1955)、黒潮及びそれ以南の水域から高温高塩な海水の補給を受けていると考えられているものに相当し(増沢, 1957)、これを取囲む冷水域とは異質なものである(東北海区水研海洋観測成果表, 1957)。以上の水塊配置から見て、この水域の海水の流動は極めて複雑なものと考えられ、10日間に亘る観測の始めと終りとは全体の海況もかなり変つていると思われるが、この点はこのでは余り重要な事ではなく、当時の大体の水塊配置を知る事で充分である。この調査は全点でBT*観測を実施し、1点おきに従来の方法による採水、測温を実施した。観測点数は全部で130点**あり、その中水温逆転の現象を認めた観測点は92点***である(第1図)。図からこの現象は、水温 5°C 以下の冷水域及び水温 11°C 以上の暖水域中には殆ど出現しておらず、海水の運動が複雑と考えられる水域、即ち冷水域と暖水域との潮境上に顕著に出現する事が明瞭である。

2. 水深による水温逆転現象の出現頻度

第2図は水温の鉛直分布に逆転の現象が出現している場合の模式図である。この図に於て水深 b から a の間では下層に向つて水温が上昇し、深さ a で極大となつている。今深さ a 、 b の処の水温を夫々 T_a 、 T_b とした場合

a を逆転現象の出現した深さ

b から a 迄を逆転層

$a - b$ を逆転層の厚さ

$T_a - T_b$ を逆転温度差

$(T_a - T_b)/(a - b)$ を逆転温度勾配

と夫々定義する。

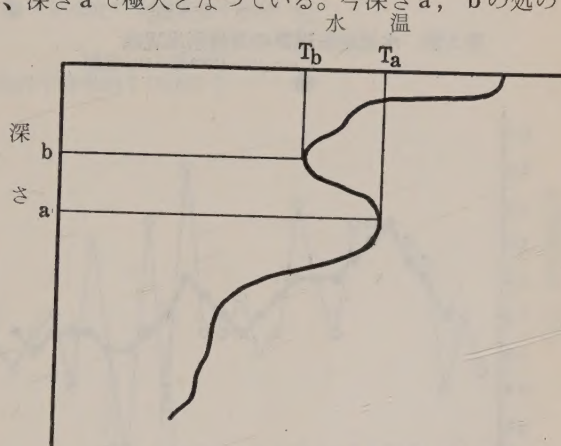
この現象の認められた観測点数は92点であるが同一の観測点に於て2回又はそれ以上出現している場合もあるので、総出現回数は177回である。水温逆転現象の出現

する深さは観測点によつて区々であるが、今深さを上層から10m毎に区切つて、夫々の深度区分の中に出現した逆転現象の回数を調べると第3図の様になる。

即ち出現数と深さとの間には一定の傾向はないが、深さが夫々40m・90m・160m・250mの附近には出現数の極大が、又70m・130・200mの附近には出現数の極小が夫々認められる。

3. 逆転温度差と深さとの関係

逆転温度差 $T_a - T_b$ (第2図) が深さによつてどの様に変つて来るかを見るため、同じ深さに出現した逆転現象について夫々 $T_a - T_b$ の平均値を求め、深さとの関係をみると(第4図)の様になる。これから、顕著ではないが深い処に出現するもの程その逆転温度差が小さい事が判る。又逆転現象が多数出現している深さ(第2図)と略同じ深さ、即ち夫々60m・100m・170m・250mの附近には逆転温度差の極大が見られる。



第2図 逆転がある場合の水温鉛直分布の型

4. 水温逆転層の厚さと深さとの関係

水温逆転層の厚さ $a-b$ (第2図) も又それが出現する場所や深さによつて色々であるが、ここでは同一の深さに出現した逆転層の厚さの平均値について、これと深さとの関係を調べた (第5図)。

一般に上層に出現する逆転層程その厚さが薄く、深い処に出現するもの程厚い傾向が見られる。又出現頻度及び逆転温度差の場合と略同様 夫々 100m・170m・260m の附近に厚さの極大が出現している。

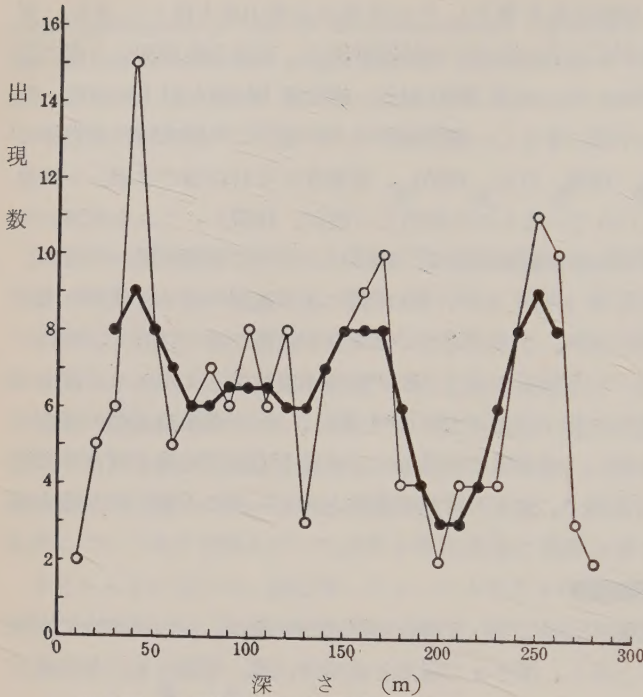
5. 水温逆転層の温度勾配と深さとの関係

水温逆転層に於ける温度逆転の勾配 $(T_a - T_b)/(a-b)$ (第2図) についても、同様に深さとの関係を求めると、第6図の様な上層程勾配は大きい。

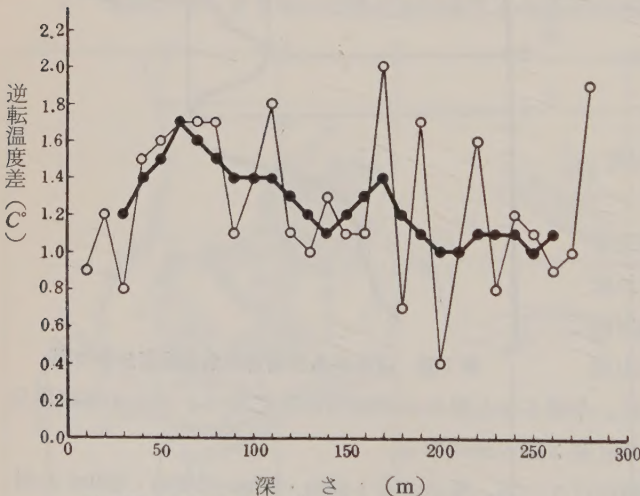
6. 水温逆転層の厚さとその出現頻度

177回の逆転現象に現われた逆転層の厚さ $a-b$ (第2図) は色々で、厚いものは 100m 以上のものもあるが、厚さが 10m 以下の薄いものではバチサーモグラム上で判読困難な場合が多くなつて来る。

今深さを区別しないで逆転層の厚さ別出現頻度を調べると第7図の

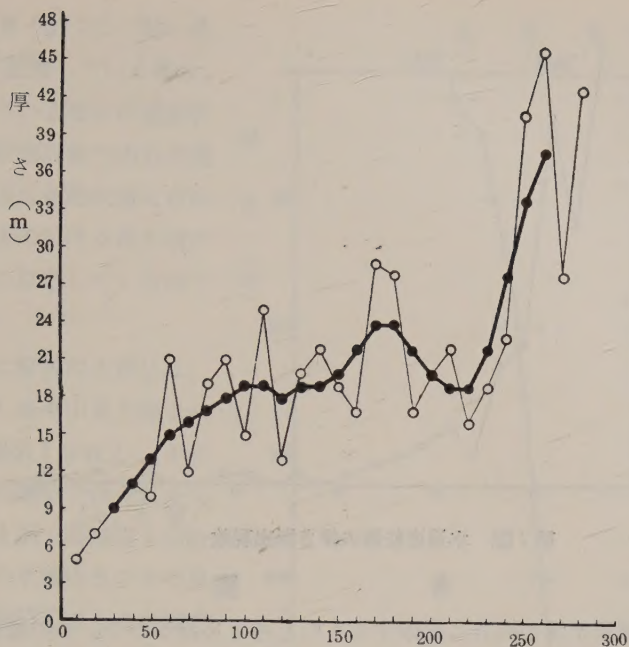


第3図 水温逆転現象の深度別出現数
○……………10m毎の出現数
●……………3点宛の2回移動平均値



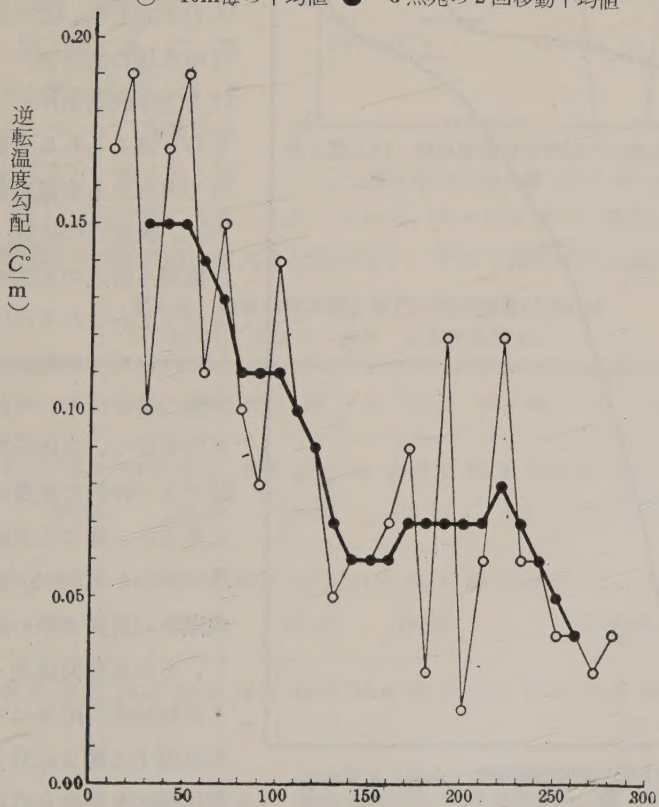
第4図 逆転温度差 $T_a - T_b$ と深さとの関係
○……………10m毎の平均値
●……………3点宛の2回移動平均値

様になる。従つて水温逆転現象は厚さが薄いもの程多く出現し、厚さと出現数との関係は略指数曲線の傾向を示している。



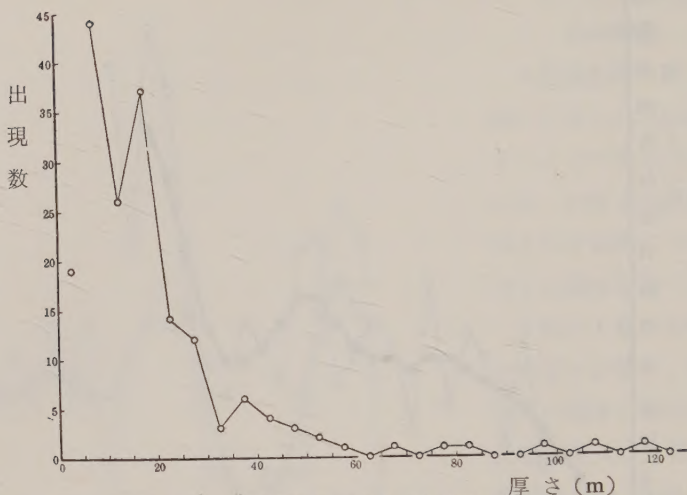
第5図 水温逆転層の厚さ $a-b$ と深さとの関係 深さ (m)

○…10m毎の平均値 ●…3点宛の2回移動平均値



第6図 逆転温度勾配 $\frac{T_a - T_b}{a - b}$ と深さとの関係 深さ (m)

○…10m毎の平均値 ●…3点宛の2回移動平均値

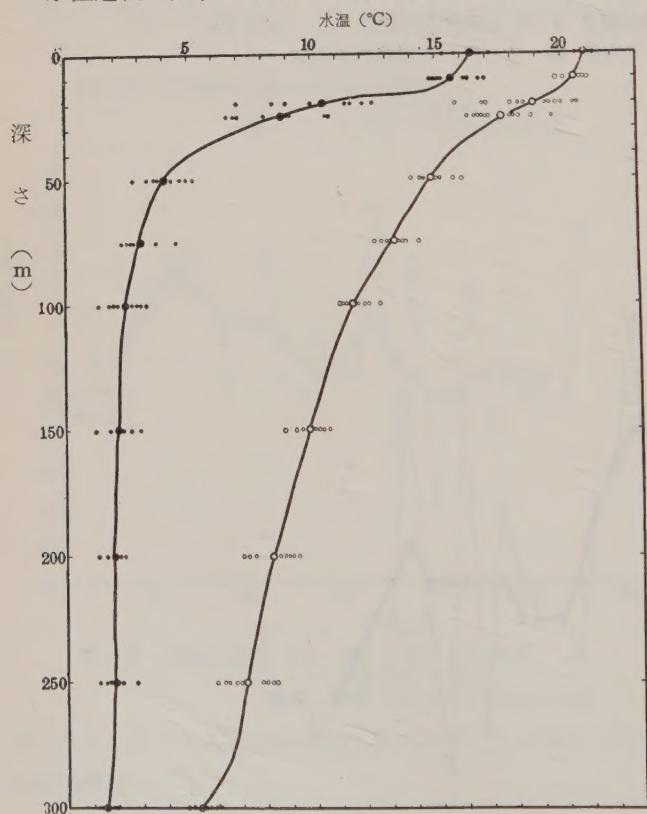


第7図 水温逆転層の厚さ別出現数

考 察

水温逆転の現象は異質水塊の混合に起因するものと考えられるので、この現象の発生や消滅等

その現われ方の変化はかなり激しいものと思われ、且つ又その現われ方は両水塊のあり方、つまり潮境に於ける力学的諸条件によつて決まるものと考えられる。従つて観測によつて得られる水温逆転現象の現われ方は、観測点の位置・観測の時期及び観測点附近の水塊の混合状態等によつて左右されるわけであるが、こゝではかなり広範囲な水域で、而も多数の場合について統計的に吟味しているので、大体に於てこの現象に関する一般的な性質が見られたものとする。従つて水温逆転の現象は既に明らかにされた様に、黒潮・親潮等の異質水系の潮境に多く出現し、その逆転温度差・逆転層の厚さ・逆転温度勾配等は一般にこの現象が出現する深さに対して或る特定の変化傾向を示すものと云える。

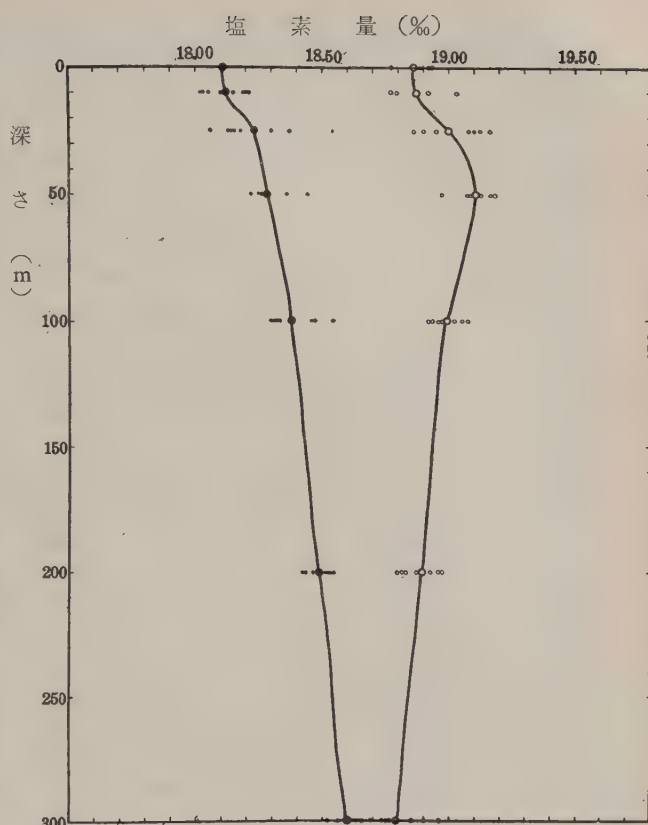


第8図 (1) 暖水域及び冷水域内の観測値(水温)と平均値
○…暖水域内の値 ●…冷水域内の値 実線は平均値

* St. 6, 8, 22, 89, 90, は 5°C 以下の水域内に、又 St. 19 は 11°C 以上の水域内にあるが、何れも潮境の近くにあるため、既にかなり変質しているものとして除いた。

一般に寒暖両水塊（従つて一般に密度の異なる海水）が接触している場合、その潮境に起つている海水の運動状態—この場合の研究対象である水温逆転現象を起す様な運動状態も含めて—は、その場所に於ける両水塊の温度差や密度差に対応している筈である。

前に述べた様に資料の大部分は、鹿崎近海を南下し金華山東方線上に達している親潮第1分枝と、その東側の暖水域との潮境で得られたものである。今第1図で親潮第1分枝中水温5°C以下の水域内及びその東方の暖水域中水温11°C以上の水域内の観測点*、即ち St. 69・91・91の3・92・93・95・101・102・107・113・及びSt. 17・24・25・26・27・30・34・35・35の2・48・48の2・81・82・83の各点について、各層の水温及び塩素量を見ると、第1表・第2表及び第8図(1)・(2)のようになる。これによれば、夫々の水域内で観測点は分散しているにも拘らず、同一水域内での観測値には大きな差がない。そこで両水域内の観測値を夫々平均したのも



第8図(2) 暖水域及び冷水域内の観測値(塩素量)と平均値
○…暖水域内の値 ●…冷水域内の値 実線は平均値

第1表 金華山東方暖水域内の観測値及び平均値
(昭和31年7月20日～30日・水産庁蒼鷹丸による)

上段 水温°C
下段 塩素量‰

st.番号 深さm	17	24	25	26	27	30	34	35	35 ₂	48	48 ₂	81	82	83	平均値	平均σ _t
0	20.2 18.77	21.0 18.92	21.0 18.92	20.6 18.88	21.3 18.88	20.9 18.89	21.1 18.89	21.0 18.87	21.0 18.87	20.8 18.87	20.8 18.87	20.8 18.87	20.6 18.87	21.1 18.93	20.9 18.86	23.85
10	20.1 18.77	20.1 18.92	20.5 18.92	19.8 18.88	20.4 18.88	20.7 18.87	20.7 18.87	21.0 18.79	21.0 18.79	20.8 18.87	20.8 18.87	20.6 18.86	20.5 18.86	21.0 19.03	20.6 18.82	23.97
20	19.4	20.6	20.5	19.8	20.0	19.5	18.5	20.0	18.3	18.0	17.0	15.8	16.9	20.6	18.9	
25	18.8 18.90	17.1 18.95	18.3 18.95	17.8 18.86	19.6 18.86	18.0 19.12	17.0 19.12	18.3 19.10	16.6 19.10	17.0 19.10	16.7 19.10	16.8 19.16	16.3 18.86	18.1 19.08	17.0 19.00	24.87

50	16.0 18.97	14.0	14.6 19.11	14.4	14.7 19.08	15.7 19.07	14.8	15.1 19.12	14.5	14.9	14.4	14.7 19.18	15.0 19.11	15.1 19.17	14.8 19.10	25.66
75	12.8	13.0	13.1	13.6	13.1	14.3	13.2	13.6	13.2	13.2	13.1	12.5	13.7	13.5	13.3	
100	17.6 19.00	11.8	11.6 18.97	11.2	11.1 18.92	12.7 19.07	11.4	12.2 19.07	11.0	11.8	11.3	11.4 18.96	12.1 19.05	11.5 18.93	11.6 18.99	26.15
150	9.3	8.8	10.6	9.3	10.3	10.1	9.8	10.1	10.2	9.3	9.5	10.3	9.8	10.0	9.8	
200	7.3 18.81	7.3	7.6 18.82	7.1	7.6 18.79	9.4 18.97	8.6	9.0 18.97	8.9	8.4	8.8	8.8 18.96	9.2 18.92	8.6 18.87	8.3 18.89	26.57
250	6.3	6.3	6.0	6.4	7.1	8.3	7.3	6.8	6.8	7.9	8.2	8.0	8.2	7.0	7.2	
300	5.0 18.90	5.1	5.5 18.76	5.1	4.8 18.76	6.1	5.6	5.6	6.0 18.85	4.8	5.3	5.8 18.96	5.8 18.75	5.0 18.62	5.3 18.62	26.83

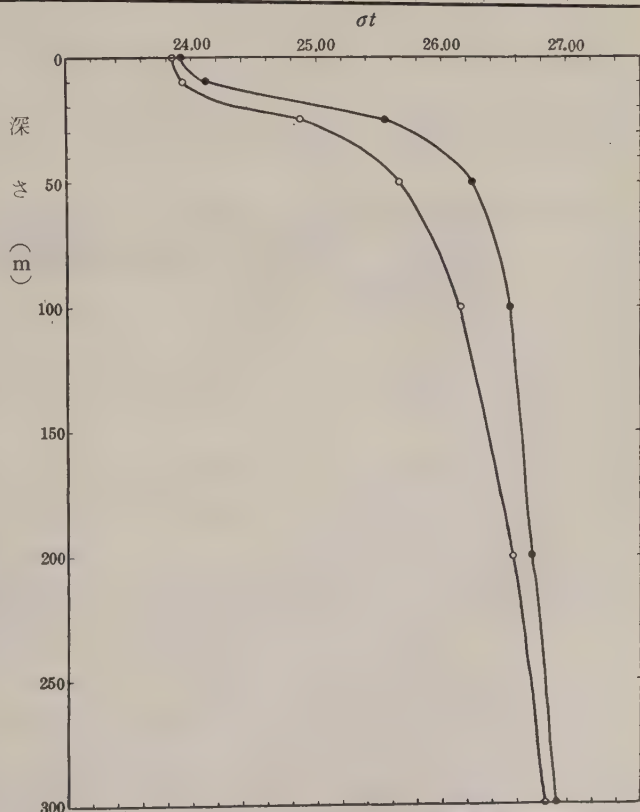
第2表 金華山東方冷水域内の観測値及び平均値

上段水温 °C
下段塩素量%

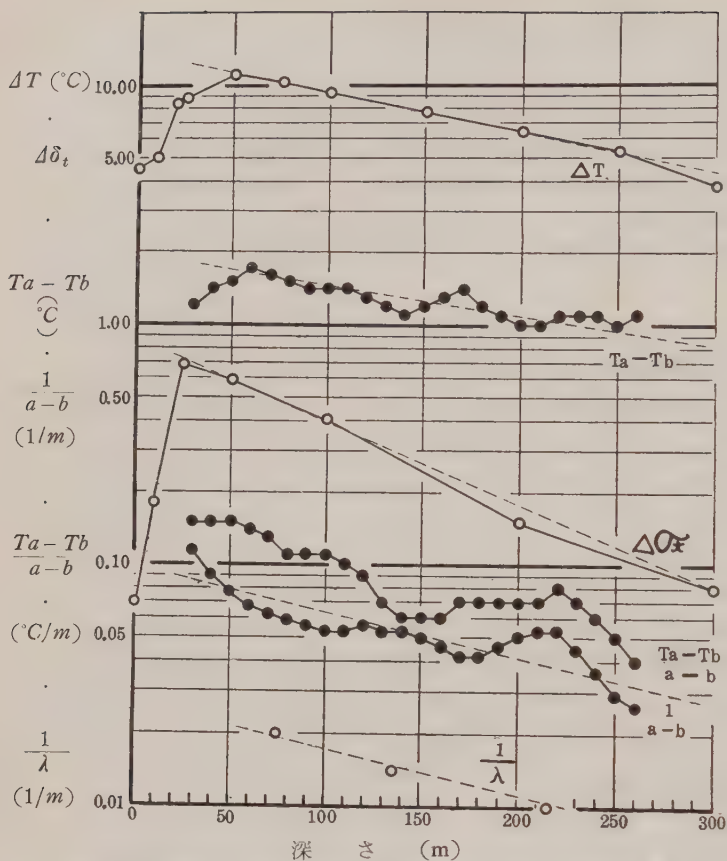
St.番号 深さm	69	91	91 ₃	92	93	95	101	102	107	113	平均値	平均σ _t
0	16.4 18.22	15.8	18.6 18.03	17.2 18.10	17.0 18.01	17.2 18.14	16.6 18.18	16.4	15.3 18.02	16.5 18.23	16.4 18.11	23.92
10	15.1 18.21	14.9	14.8 18.05	14.8 18.10	16.8 18.02	17.0 18.15	16.2 18.19	16.3	15.2 18.03	15.0 18.20	15.6 18.12	24.11
20	11.5	11.6	12.5	9.0	10.0	12.5	8.5	12.1	10.0	7.0	10.5	
25	8.1 18.18	8.9	10.7 18.06	6.6 18.55	9.0 18.30	10.7 18.14	7.0 18.37	10.6	9.1 18.15	6.9 18.18	8.8 18.23	25.55
50	5.2 18.25	3.6	3.7 18.22	2.7 18.28	3.3 18.25	4.3 18.26	3.7 18.44	4.9	3.7 18.22	4.7 18.36	4.0 18.28	26.24

75	4.5	2.5	2.8	2.3	2.6	2.5	3.0	2.9	2.3	3.7	3.0	
100	2.7	1.8	3.2	1.8	1.9	2.0	2.9	2.3	1.8	3.0	2.4	26.55
	18.31	18.32	18.37	18.54	18.33	18.30	18.46		18.32	18.47	18.38	
150	3.0	1.8	1.8	2.0	2.3	1.8	2.6	2.0	1.2	2.3	2.1	
200	1.8	1.8	1.8	1.6	2.0	1.8	2.2	2.3	1.3	2.0	1.9	26.72
	18.43	18.42	18.52	18.52	18.54	18.51	18.53		18.46	18.51	18.49	
250	1.7	1.8	2.7	1.6	1.9	1.8	2.0	2.8	1.3	1.8	1.9	
300	1.2	1.6	1.8	1.5	1.8	1.8	1.5	1.6	1.3	1.3	1.5	26.91
	18.52	18.56	18.62	18.64	18.62	18.63	18.66		18.56	18.59	18.60	

を夫々の水域の代表値と見ると、
 その値及び鉛直分布は第1表・第2
 表及び第8図(1)~(3) (実線部分)
 の様になる。これによれば両水域に
 は何れも、水深25~50mの間に著る
 しい躍層がある。次ぎにこの様な鉛
 直構造をもつ寒暖両水塊が接触して
 いる場合を考えた時、同一の深さに
 於ける両水塊の水温差 (ΔT) 及び σ_t
 の差 ($\Delta \sigma_t$) は、第9図の様になる。
 即ち水温差 ΔT は表層から水深50m
 付近迄は深くなるにつれて増大する
 が、これ以深では漸減する。又密度
 差 $\Delta \sigma_t$ は表層から水深25m*附近迄
 は深さと共に急増し、これ以深では
 漸減する。 ΔT も $\Delta \sigma_t$ も躍層より下で
 は、深さによる変化傾向が何れも指
 針曲線的である。先にも述べた様に、
 一般に潮境に於ける海水の運動状態
 は、その潮境を形成する異質海水間
 の密度差に対応するものと考えられる



第8図(3) 暖水域・冷水域の水温・塩素量の平均値から求
 めた両水域の平均 σ_t 鉛直分布
 ○…暖水域の平均 σ_t ●…冷水域の平均 σ_t



第9図 寒暖両水塊の温度差 ΔT ・密度差 $\Delta\sigma_t$ 並びに逆転温度差 $Ta - Tb$ ・逆転層の厚さ $a - b$ ・逆転温度勾配 $(Ta - Tb)/(a - b)$ 及び水温逆転現象の出現数極大度間隔と深さとの関係

これらの式から、大凡

$$\frac{1}{a-b} \propto \Delta T \quad (1)$$

$$\left(\frac{1}{a-b}\right)^2 \propto \Delta\sigma_t \quad (2)$$

$$(Ta - Tb) \propto \Delta T \quad (3)$$

$$(Ta - Tb) \cdot (a - b) \approx \text{const.} \quad (4)$$

が求まる。従つて水温逆転の現象は、潮境を形成する寒暖両水塊の温度差若しくは密度差が大きい程、

- 1) 逆転温度差が大きく、
- 2) 逆転層の厚さが小さく、
- 3) 従つて逆転温度勾配が大きい。

又(4)式は、逆転温度差・従つて両水塊の温度差一が大きいもの程逆転層の厚さが薄い事を示している。更に第3図に於て、逆転現象の出現数が極大を示す深さから次ぎに極大を示す深さ迄の

* 塩素量は0m, 10m, 25m, 50m, 100m, 200, 300mの各層の不連続採水によるもので、 σ_t もこの層の値しか判らない。従つて測定値では $\Delta\sigma_t$ の最大値は25m層に出ているが正確には10m~50mの間と云う事になる。

から、第9図の様な密度差を示す2水塊の潮境に於ける水温逆転現象は、この密度差に対応したものとなる筈である。

第9図には寒暖両水塊の温度差 ΔT ・密度差 $\Delta\sigma_t$ の外、この両水塊の潮境に於ける水温逆転層の厚さ $a - b$ 、逆転温度差 $Ta - Tb$ 及び温度勾配 $(Ta - Tb)/(a - b)$ と深さとの関係を示している。

これから大凡25m以深では $\Delta T, \Delta\sigma_t, a - b, Ta - Tb$ と水深 a との間には大体次ぎの様な関係が見られる。即ち、

$$\Delta\sigma_t \propto e^{-0.008a}$$

$$\Delta T \propto e^{-0.004a}$$

$$\frac{1}{a-b} \propto e^{-0.004a}$$

$$Ta - Tb \propto e^{-0.003a}$$

を間 λ m とすれば (第 3 表)、 λ と深さとの関係は第 9 図に示す通りで大凡

$$\frac{1}{\lambda} \propto e^{-0.004a}$$

従つて $\frac{a-b}{\lambda} \approx \text{const.}$ (5)

第 5 図で出現数が極大を示す深度から次ぎの極大深度迄の間隔内に出現した逆転層の平均の厚さを $\overline{a-b}$ とすれば (第 3 表)、大体

$$\frac{\overline{a-b}}{\lambda} \approx \frac{a-b}{\lambda} \approx 0.3$$

第 3 表 出現数極大深度の間隔とその間隔内に出現した逆転層の厚さとの比

出 現 数 極 大 深 度 (m)	40	90	160	250
極大から極大迄の間隔 λ (m)	50	70	90	
間隔内に出現した逆転層の平均の厚さ $\overline{a-b}$ (m)	15	19	23	
$\overline{a-b} / \lambda$	0.3	0.3	0.3	

出現数が 40m・90m・160m 及び 250m 附近で特に多いという事は、この現象がこの深さで特に起り易いのか、又はこの深さで発生した逆転の現象がすぐには消滅する事なく、外の深さの所で発生した逆転現象よりも安定であるのか等については不明であるが、この場合 $(a-b)/\lambda$ が一定の値をとる事と何等かの関係があるものと思われる。

S. K. Banerji 外 (1933) は、温度の異なる清水一従つて密度の異なる清水一が接触している場合、その境界面に於ける水の運動について、実験的に詳しく調べた。

これによれば暖水は冷水の上に這上り、同時に冷水は暖水の下に潜入する運動が起り、暖水と冷水との境界面 (温度・密度・速度の不連続面) は次第に波状を呈し、遂には波形は崩壊して、暖水の冷水側への突出部及び冷水の暖水側への突出部は、夫々冷水又は暖水中に渦となつて巻き込まれる。この際、

- 1) 境界面に於ける水温差が大きい程、発生する渦の大きさは小さく、外部からの作用がなければ、水温差が極く小さい時には渦の大きさは極めて巨大なものになる。
- 2) 渦は水温差が大きい程急速に発達する。
- 3) 暖水の流れと冷水の流れとの間の境界面の水平面に対する傾斜は、そこに発生する渦の大きさを規制するもので、傾斜が急な程、渦の大きさは小さい。
- 4) 時間が経つにつれて傾斜は緩かになり、従つて発生する渦も大きくなる。
- 5) 一般に暖水側への突出部は、冷水側への突出部よりも良く渦巻として発達する。境界面の両側に並ぶ暖水及び冷水の渦系は二重渦列をなしており、その渦列の巾 a と渦の間隔 λ との比の平均値は、カルマンの二重渦列の安定条件 $a/\lambda=0.28$ と略一致している。

この様な現象は、海洋に於ける寒暖両水塊の潮境上でも当然起つているものとみられる。既に述べた様に、水温逆転の現象が特に寒暖両水塊の潮境に多く出現するという事、又この現象のあ

らわれ方が、潮境を挟む両水塊の温度差や密度差に良く対応した変化を示すという事等が上に述べた実験結果と非常によく類似している事からみて、水温逆転の現象は潮境に於て寒暖両水塊が混合する際、両者の間の温度差や密度差に応じて両水塊から発生する無数の暖水渦・冷水渦が、複雑に入り乱れて起るものであらうと考えるが、此の点については更に計画的な現場の観測と実験とによつて確かめる予定である。

摘

要

昭和31年7月下旬、水産庁調査船蒼鷹丸によつて実施された三陸近海カツオ漁場調査の際得られた海洋観測資料から、海水温の鉛直分布に屢々認められる所謂“逆転の現象”(下層が暖い事)の諸性質について統計的に吟味し、次ぎの結果を得た。即ち

- 1) この現象は寒暖両水域の潮境上に特に顕著に出現する。
- 2) 逆転温度差は上層に出現するもの程大きい。
- 3) 逆転層の厚さは上層のもの程薄い。
- 4) 従つて、水温逆転の勾配は上層のもの程大きい。
- 5) この資料からは出現数と深さとの関係には一定の傾向が認められないが、深さを区別しないで逆転層の厚さ別に出現頻度を見た場合、厚いもの程出現数が少くなつてゐる。

更にこれらの結果、及びこれらが潮境を形成する寒暖両水塊の温度差や密度差の鉛直的变化によく対応する事実から、水温逆転の現象は潮境に於て寒暖両水塊が混合する際、両者の間の温度差や密度差に応じて発生する無数の暖水渦や冷水渦が複雑に入り乱れて起るものであらうと考えた。

参 考 文 献

- Banerji, S. K. and Ghatage, V. M. (1933) On Discontinuous Fluid Motion Under Different Thermal Conditions.
Indian Journ. of Phys. (7), 166~228
- 木村喜之助 (1938) 駿河湾東北隅淡島大謀網附近の海況に就いて(続報Ⅳ)
日本水産学会誌, 7(1) 4~16
- 宇田道隆 (1938) 東北海区に於ける海況の変動に就いて
水産試験場報告第9号
- 川合英夫 (1955) 東北海区に於ける極前線帯とその変動について(Ⅰ),(Ⅱ).
東北水研報告(4), (5)
- Kawai, H. (1955) Notes on the Inversion of the Upper Water Temperature in the Waters to the Northeast of Japan in Summer.
Bull. Tohoku Reg. Fish. Res. Lab. (6), 71~80
- 函館海洋气象台 (1955) 海洋速報 No. 50
- 増沢譲太郎 (1957) 本州東方に於ける黒潮の変動とその予想
日本近海海況予想研究会報告 1~38
- 黒田隆哉 (1958) 海水密度の鉛直分布に於ける“密度逆転”について
東北水研報告(11), 82~87

東北海区における極前線帯とその変動について (第3報)※

終戦後5年間の水塊配置の変動と

カツオ・ビンナガ漁場の海況条件

川 合 英 夫

ON THE POLAR FRONTAL ZONE AND ITS FLUCTUATION IN THE WATERS TO THE NORTHEAST OF JAPAN. (III)

FLUCTUATION OF THE WATER MASS DISTRIBUTION DURING THE PERIOD 1946—1950 AND HYDROGRAPHIC CONDITIONS IN THE FISHING GROUNDS OF SKIPJACK AND ALBACORE.

By

Hideo KAWAI

The oceanographical observations in the waters to the northeast of Japan made a fresh start in 1946. However, facilities and equipments for the ship observations had not been improved, and there were no cooperative observations.

Especially with regard to the observations by the fisheries research laboratory and the fisheries experimental stations, the hydrographic cast was in most cases limited to the levels shallower than 300 to 600 meters, unreliable values were not rare and the observation network was not systematic, though they occupied most of the observations in these years.

(1) In this paper the isotherms and isohalines at a depth of 100 meters in the waters to the northeast of Japan are drawn, including nearly all the data taken from the vessels of various agencies. The reasons why we adopt a depth of 100 meters are that the upper water above a depth of 25 meters does not conserve its temperature and chlorinity throughout the year and that the greater part of the layers of 200 to 500 meters depths in the Transition Area between the Kuroshio Front and the Oyashio Front is occupied by the Intermediate Water (the minimum chlorinity layer). Also, to complement on the imperfection of the data mentioned in the beginning, the continuity of the time change of the isolines pattern, the parallelism between isotherms and isohalines at a depth of 100 meters and a model distribution of fronts and water masses prepared from the detailed observations are taken into consideration on drawing the isolines.

Developing the schematic distribution of fronts and water masses proposed in the first paper (Kawai, 1955a), the branching of the Kuroshio Front, the seasonal and longitudinal variation of the water temperature along the axis of the warm core, the characters of the Oyashio Front, the distributions of the warm and cold water masses in the Transition Area and the standard chlorinity values of the water masses for the determination of the demarcation of each water masses are explained to present the practical methods on preparing the schematic figures of fronts and water masses distribution. Pursuing the methods mentioned above, the fluctuation of fronts and water masses distribution during the years 1946~50 is discussed. Using these results, the process of appearance and extinction of the warm water masses in the inshore sea are classified into several types.

(2) The movement of the main skipjack fishing ground during the years 1947~50 is discussed in relation to the fronts and water masses distribution.

(A) The period of northward movement (May~July)

The main fishing ground of skipjack in the waters to the northeast of Japan is limited to the Kuroshio Area south of the Primary Kuroshio Front in May, but it moves to the Transition Area north of the Primary Kuroshio Front about the third decade of June to the middle decade of July. The passing of the main fishing ground across the Primary Kuroshio Front occurs in the east side of the contact place of the Oyashio Second Branch extension, which becomes the Inner Cold Zone, with the Primary Kuroshio Front ($144^{\circ}\sim 147^{\circ}\text{E}$). After the offshore main fishing ground crosses the Primary Kuroshio Front to the northward, the inshore main fishing ground in the northside of the Primary Kuroshio Front appears in the middle or last decade of July in most years.

(B) The period of stagnation (August)

The fishing ground of skipjack in July extends over a broad area between the Kuroshio Front and the Oyashio Front, while the main fishing ground in August is restricted to the neighbourhood of the Oyashio Front, especially in the upper warm waters spreading over the Second Branch of the Oyashio.

(C) The period of southward movement (September~October)

The latitudinal width of the fishing ground in September becomes narrowest, and it extends along the Oyashio Front to 155°E or 160°E . Corresponding to the southward movement of the Oyashio Front the skipjack fishing ground starts migrating southward. In November the fishing ground rarely appears in the neighbourhood of the Kuroshio Front, and the pole-and-line fisheries of skipjack in the waters to the northeast of Japan comes to an end. The ecology of skipjack during the southward movement is obscure in comparison with the period of the northward movement.

(3) The hydrographic conditions of the albacore fishing ground are discussed basing on the data during the years 1947~50.

The main fishing ground of albacore by pole-and-line appears, in most years, in the Outer Cold Zone south of the warm core (Kawai, 1955b), and it moves from the beginning of May to early July eastward. However, the fishing ground of albacore is occasionally found in the Transition Area north of the Kuroshio Front. About the

early summer of all years under consideration the concentrated formation of the fishing ground was recognized in the warm water masses W_1 or W_2 (Kawai, 1955a) in the Transition Area. Particularly the concentrated fishing ground of albacore in W_1 warm water masses in 1950 continued to the beginning of September, though in every summer only the scattered fishing ground of albacore is occasionally formed.

The hydrographic conditions of the pole-and-line fishing ground in the Transition Area are that the chlorinity of the concentrated fishing ground is about 19.0‰, but the chlorinity of the scattered fishing ground is about 18.8‰ or lower. The hydrographic conditions in the fishing ground on long line have also the character of high chlorinity, but it is not satisfied for the fishing ground of low catch rate.

However, these hydrographic conditions of albacore fishing ground are restricted in the waters adjacent to Japan and the western Pacific. In the subarctic waters south of the Aleutian Islands and the waters off California and the northern Baja California, the length range of the predominant group of albacore lies between 50 and 70 cm, and the surface temperature and chlorinity of the fishing waters are 13°~21°C and 18.1~18.7‰ respectively (Table 5). On the contrary, in the waters adjacent to Japan the length range of the predominant group lies between 60 and 90 cm (by pole-and-line) or between 60 and 110 cm (on longline), and the surface temperature and chlorinity of the fishing waters are 16°~26°C and 18.9~19.2‰ respectively. Thus, it is concluded that the temperature and chlorinity in the albacore fishing ground differ according to the size of albacore.

目 次

I は し が き

II 水塊配置の定め方

- (1) 水塊配置の代表層の決定
- (2) 等量線の描き方の客観化
 - (A) 全観測資料の利用と等量線の時間的推移の考慮
 - (B) 等温線・等塩素量線・流線の平行性
 - (C) 海況モデル
- (3) 前線および水塊の範囲を定める基準
 - (A) 黒潮前線の分岐
 - (B) 最高水温帯の水温
 - (C) 親潮前線の性格
 - (D) 混合水域内の暖・冷水塊の配置
 - (E) 各水塊の範囲を示す基準となる塩素量値

III 水塊配置の変動

- (1) 1946年の水塊配置の変動
- (2) 1947年の水塊配置の変動
- (3) 1948年の水塊配置の変動
- (4) 1949年の水塊配置の変動
- (5) 1950年の水塊配置の変動

(6) 東北海区近海の暖水塊の生成と消滅

(A) 生成

(B) 消滅

Ⅳ カツオ・ビンナガ漁場の海況

(1) カツオ主漁場の移動と水塊配置との関係

(A) 各水域の表面水温の季節的变化とカツオ漁場の移動

(B) 北上期(5月～7月)の漁場

(C) 停滞期(8月)の漁場

(D) 南下期(9月～10月)の漁場

(2) ビンナガ漁場の海況

Ⅴ む す び

Ⅵ 要 約

参 考 文 献

I は し が き

終戦前後数年間の東北海区の海況には、未だ以て不明の点が多く、海況・漁況の経年的変動の研究上大きな差障となつている。しかし終戦後の観測資料はその一部は最近に至るまで未公開であつたりして仲々入手し難い状態にあるけれども、探し求めればかなりの量に達する。本報では戦後5年間の殆んど全観測資料を用いて、これらの年の各時期の水塊配置とその変動について調べ、カツオ・ビンナガマダラ漁況との関係について考察した。

第1報においては東北海区の海況構造を明らかにし、前線・水塊の分布を模式化し、それを応用して極前線帯附近の海況変動をより実体的に考察した(川合, 1955a)。更に第2報においては黒潮前線・最高水温帯附近の海況構造に重点をおいて考察し、竿釣ビンナガ漁場の範囲がそれに密接に関連していることを例示した(川合, 1955b)。黒潮前線の南側の竿釣ビンナガ漁場について、川崎(1957a)は更に数例を検討し3つの型をあげているが、これをよく見ると本州南方の場合も含めて竿釣ビンナガ主漁場は殆んど例外なく外側低温帯において形成されている。

東北海区の海況を明らかにし模式化することは、単にそれのみが目的ではなく、いろいろの分野への応用を最終の目的としている。本報ではその応用の一つとして、カツオ・ビンナガ漁場の移動状態を水塊配置に結びつけて考察した。もちろん古い観測資料であるために細部の海況構造が不明のこともあるが、新しい最近の観測結果から得られた知識を反映させて資料の不備を補つた。

Ⅱ 水塊配置の定め方

当時は全観測資料の中で水産調査研究機関による観測資料の占める割合が大きかつた。これらの海洋観測は漁場調査に重点が置かれていたために、観測深度が浅く、観測網も系統的でなく不適当な場合が多い。更に観測体制の不備から誤測値もしばしば見受けられる。従つてこのような資料は海流系・水塊の極く微細な構造を調べる目的に対しては、現今の観測資料に及ばぬものが多いが、或程度以上のスケールをもつた水塊の相互的な配置状態の季節的または経年的変動を調

る目的に対しては貴重なものである。

(1) 水塊配置の代表層の決定

東北海区の25m層以浅の表層部は、暖候期になると一般に高温・低塩な変質した水塊によつて覆われるが、冬季にはこれらが消失してしまう。このように表層水塊は季節的変質が著しく全季節を通じての一貫した特性をもたないから、表層水塊の水平移動を年間を通じて追跡することは不可能である。また200~500mの深さでは、中淡層と呼ばれる塩素量極小層が黒潮前線と親潮前線の間の混合水域の大部分に存在し、その層内の混合水域での水塊配置は割合に単調化してしまう。従つて東北海区の水平的な水塊配置とその変動を論ずるには、50~200m層を選ぶのが最も適当である。また最近の GEK 測流結果を見ると、暖候期では表層の強い海流系の分布は、表面の水温・塩素量分布よりはむしろ 50~200m 層のそれとよく対応する。以上が水塊配置の代表層として100m層を選んだ理由である。

(2) 等量線の描き方の客観化

観測網の欠陥や誤測のある資料を用いて等量線図を作製する際には、その描き方が幾通りも考えられる。比例補間法はこの場合に全く無力であるから(川合, 1958a)、本報では次の方針に従つて等量線を描いた。

(A) 全観測資料の利用と等量線の時間的推移の考慮

従来の調査報告では、その観測機関のみの資料によつて等量線を描き、別の機関によつて得られた同時期の資料を用いて観測網の欠陥を補つたり、前後の時期の他の観測結果との時間的つながりを考慮したりはせぬ場合が多つた。本報では信頼できる資料はどの観測機関によるものでも全部総合し、前後の“時期”との時間的推移を充分考慮しながら各“時期”の等量線を描いた。この“時期”の期間はなるべく短く取り、10~20日になるようにしたが、中にはそれぞれの区域内では短期間に納まるが、全体の区域を考えると1ヶ月以上にわたる場合もある。しかしこの時には観測時のずれによる等量線の歪みは2区域の境界線以外の所では大して問題にならない。

(B) 等温線・等塩素量線・流線の平行性

外洋の深い海では100m層ぐらいになると渦動拡散は小さくなり、更に暖候期では等量線の密度は表層より大となる。従つて準平衡状態の準水平流では等温線と等塩素量線は流線に大体一致し、互いに平行して走る筈であるし、事実詳しい観測結果を見てもこの平行性が満足されている。これは平行ソレノイド場の第1法則が成立していることに他ならなく(川合, 1955b)、本報ではこの法則を適用して資料の不備を補つた。

(C) 海況モデル

観測網の欠陥を補う別の方法として、十分に細かく張られた観測網に基いて作られた海況モデルを考慮しながら等量線を描いた。この海況モデルは次節に示したような東北海区の前線および水塊の模式的分布によつて表わされる。

以上に述べた方法に従つて各時期の100m層の等温線・等塩素量線を描いた。これらの図は何れもねり直し検討して描いたものであるが、観測網が粗雑な箇所では別の解釈があり得るかも知れない。

(3) 前線および水塊の範囲を定める基準

第1報において東北海区の前線および水塊の模式的分布図を掲げたが(川合, 1955a)、本節

ではその後の知識も加えて発展させた一般的な模式的分布について説明し、具体的なその定め方の基準について述べる。

(A) 黒潮前線の分岐

最近の詳しい調査によれば、黒潮主流は常に1筋の強流帯として流れているのではなく、或個所で2～3条に分岐し、またその下流で1筋に合流することがある。従つて黒潮前線の分岐も当然考えなければならなく (Kawai, 1957), 最も流量の多い強流帯の流軸を **主黒潮前線** (the primary Kuroshio Front), それ以外の一旦分岐し再び下流で主黒潮前線に合流する強流帯の流軸を **2次の黒潮前線** (the secondary Kuroshio Front) と呼ぶことにする。そして主黒潮前線の南側の区域が本来の黒潮水域 (K) に相当する。これらを決定するには詳細な力学的高低図または GEK 測流結果を参考にしなければならないが、400m 層附近の水温分布を見れば大体に見当がつく。即ち主黒潮前線は400m層以深の等温線図で最も鮮明な潮境として現われるが、2次の黒潮前線は400m層の等温線図では大して鮮明でなく、むしろ50～200m 層の等温線図で鮮明な潮境として現われる。

しかし黒潮前線の分岐が起きていない時、またはそれを決定するのに十分な観測資料がない時のように、主黒潮前線と2次の黒潮前線を区別せぬ場合には“主”を略して単に黒潮前線という言葉に従来 (第1報, 第2報) 通り用いることにする。

(B) 最高水温帯の水温

最高水温帯* は黒潮前線の蛇行が甚だしい時には認められない場合もあるが、最近までの観測結果を見ると、詳細な観測網による時には認められない場合より認められる場合の方が遙かに多い。しかし観測網が粗雑である場合には最高水温帯を等温線図に描きだすことは難しいから、その水温値がわかれば等温線を描く際に大いに参考になる。最近数年間の観測結果により東北海区の100m層に現われる最高水温帯の水温値を調べた結果、第1表のように要約できた。

第1表 100m層における最高水温帯の温度 (°C)
Table 1. Temperature (°C) in the warm core at 100 m.

Longitude.	140°E	144°E	148°E
Feb.~Mar.	20° ~ 19°	19° ~ 18°	18° ~ 17°
May	22° ~ 21°	21° ~ 19°	20° ~ 19°
Aug.	24° ~ 22°	23° ~ 20°	22° ~ 21°
Nov.	25° ~ 23°	24° ~ 22°	23° ~ 20°

一般的傾向として、最高水温帯の水温値は冬から秋にかけて上昇し、また上流から下流にかけて降下する。観測網が最高水温帯の南側の外側低温帯にまで達せず、最高水温帯を描きだせない場合でも、100m 層等温線図において上表のような高水温の北側に著しい潮境があれば、これを主黒潮前線と考えてよいだろう。

(C) 親潮前線の性格

第1報において東北海区の下層水温分布には2筋の鮮明な潮境があることから、これに沿つて

* The Warm Core

それぞれ巾の狭い強流帯があるものと考え、この強流帯の流軸に相当すべき部分を黒潮前線・親潮前線と呼んだ。しかしその後の GEK 測流結果を見ると、黒潮前線の方には確かに鮮明な強流帯が観測されるが、親潮前線に相当すべき強流帯はつきりと現われない。これは第 1 報でも述べたように黒潮前線に対応する潮境が深く根を張っているのに対し、親潮前線に対応する潮境が一般に 300m 層以浅に限られていることに大いに関係している。しかし 0~200m 層の鉛直平均水温、塩素量、 σ_t を求め、各前線を横切った時のその変化量を $\Delta \overline{T}_{200}^0$, $\Delta \overline{Cl}_{200}^0$, $\Delta \overline{\sigma}_t^0$ で表わすと、第 2 表のように 200m 層以浅では親潮前線は黒潮前線に匹敵する程の水温・塩素量についての著しい潮境であるが（塩素量については黒潮前線よりむしろ親潮前線の方が著しい潮境をな

第 2 表 各前線を横切った時の 0~200m 鉛直平均水温、塩素量、 σ_t の変化量

Table 2. Variation of vertical mean temperature, chlorinity and sigma-t above 200m across each front.

		Jan.~Mar.	Aug.	Nov.
$\Delta \overline{T}_{200}^0$ (°C)	① Kuroshio Front	8.3	7.8	8.6
	② Oyashio Front	6.5	7.7	7.3
	②/①	0.78	0.99	0.85
$\Delta \overline{Cl}_{200}^0$ (‰)	① Kuroshio Front	0.40	0.35	0.39
	② Oyashio Front	0.37	0.52	0.49
	②/①	0.92	1.49	1.26
$\Delta \overline{\sigma}_t^0$	① Kuroshio Front	1.08	1.22	1.39
	② Oyashio Front	0.28	0.37	0.58
	②/①	0.26	0.30	0.42

第 1 報 第 7 表より計算した。

Calculated from Table 7 in the first paper (Kawai, 1955a).

している)、海水の密度（または比容）については親潮前線を横切った時の変化量は黒潮前線の場合の半分以下の値を示している。即ち親潮前線は 200m 層以浅では水温・塩素量の各各については著しい潮境であるが、海水密度または比容については大して著しい潮境でなく、これがまた親潮前線を横断した時の海面傾斜が著しく弱いこと、従つて地衡流速も著しく弱いことに関係する訳である。

また親潮前線の分岐も当然ある筈であるが、詳細な一斉観測網によらない限りそれについて論ずることは難しい。従つて本報では以下に述べるように先ず 100m 層の等塩素量線図で塩素量 8.6‰以下の区域を以て親潮水域(O)とし、その周辺にある 100m 層の水温または塩素量の著しい潮境を以て親潮前線とした。

(D) 混合水域内の暖・冷水塊の配置

黒潮前線・親潮前線により分けられる 3 水域を南から順に黒潮水域・混合水域・親潮水域と呼ぶのであるが、混合水域附近の暖・冷水塊の配置は単純な場合もあるが、非常に複雑な場合も

ある。しかし第1暖水塊 (W_1)・第2暖水塊 (W_2)……第1冷水塊 (C_1)・第2冷水塊 (C_2)……などの配置は一般的に認められる典型的なものである。2次の黒潮前線の分岐が発達して主黒潮前線から切離された閉じた時計廻りの環流を形成する時には、これに囲まれた暖水域は、50～200m層の水温分布では黒潮水域から分離した暖水塊の形を示し、従来 W_1 , W_2 などと示したものになる(川合, 1955a)。しかしその段階にまで達しない、分岐した2次の黒潮前線により囲まれる主黒潮前線の北側の袋状の暖水域(50～200m層の水温分布では黒潮水域と連絡のある暖水域)も本報では W_1 , W_2 の記号で表わすことにする。

暖水塊 W_1 , W_2 , ……の添字 1, 2, ……は戦前に使用された黒潮第1分派, 第2分派……に相当する番号を示し, C_1 , C_2 などの番号も同様な意味をもっている。しかし第1, 第2の番号のつけられないものは、単に W または C として表わすことにする。更に前期に W_2 にあつた暖水塊がその後、西に移動し W_1 の位置に来た場合には、 W_1 (W_2) として表わす。

(E) 各水塊の範囲を示す基準となる塩素量値

前線の定め方については既に説明したが、各水塊の占める範囲をどのように決めたらよいかを以下に述べる。第1表に見られたように最高水温帯の水温は100m層でも季節的にかなり変化する。混合水域内の暖・冷水塊の100m層水温も、たとえ同一と見なされる水塊であつても年間を通じて見ると季節的にかなり変動する。しかし100m層の塩素量について見れば割にその変動は少ない。また寒候期では東北海区の上層部の水温・塩素量の鉛直的变化は小さいが、暖候期では水温の鉛直的变化は大きくそれに対し塩素量の鉛直的变化は割に小さい。従つて100m層の1水平面上の塩素量分布により水塊の範囲を表示した場合に、その水塊範囲の時間的変化は主として水塊の水平移動によつて起きたものと考えてよい。本報では各水塊が占める範囲を示す目安として、次に示すような100m層の塩素量値をその基準とした。

O : 親潮水域		W_1 : 第1暖水塊	
C_1 : 第1冷水塊	$Cl < 18.6\%$	W_2 : 第2暖水塊	$Cl > 18.9\%$
C_2 : 第2冷水塊		W_3 : 第3暖水塊	
T : 津軽暖水塊	$Cl > 18.7\%$	W : 暖水塊	
W_H : 北海道沖暖水塊	$Cl > 18.8\%$	K : 黒潮水域	$(Cl \geq 19.0\%)$

たゞし黒潮水域は100m層の塩素量分布だけでは定まらなく、初めに述べたような方法に従つて黒潮前線を定め、その南側の区域を以てその範囲とした。

尚、房総沖低温域 (C_B)*・内側低温帯については、観測回数が少ないことや変動の著しいことから、その範囲を示す基準を定められなかつた。

以上のようにして定められた模式的水塊配置図は、単に100m層の水塊配置だけでなく、上層の海流相も模式的に表わしていることになる。

Ⅲ 水塊配置の変動

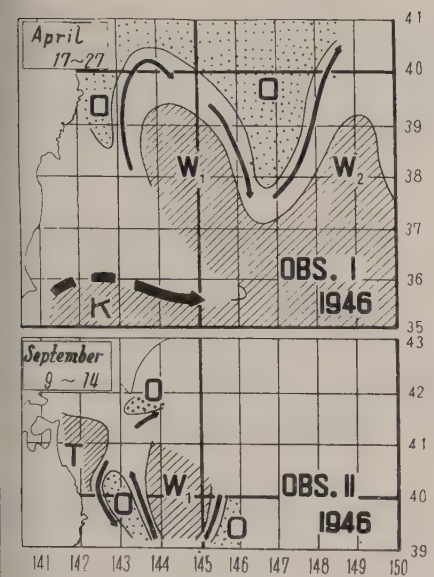
(1) 1946年の水塊配置の変動

東北海区夏季の上層水温は1940年・1941年の異常低温に対し、1942年・1943年は非常に高温であつた。終戦近くなると観測資料が殆んどなく不明であるが、1945年は東北地方に凶冷が起きた年で夏季の水温はかなり低かつたものと推定される。

1946年には4月に戦後最初の東北海区の観測が凌風丸(中央气象台)により実施され、次いで

* 第1報では、野島崎沖冷水塊 (C_N) としたが、その位置からしてこのように呼んだ方が適切であろう。

月に第4海洋丸（水路局）により三陸北部近海の観測が実施された。この2時期の水塊配置図第1図にまとめて示しておく*。



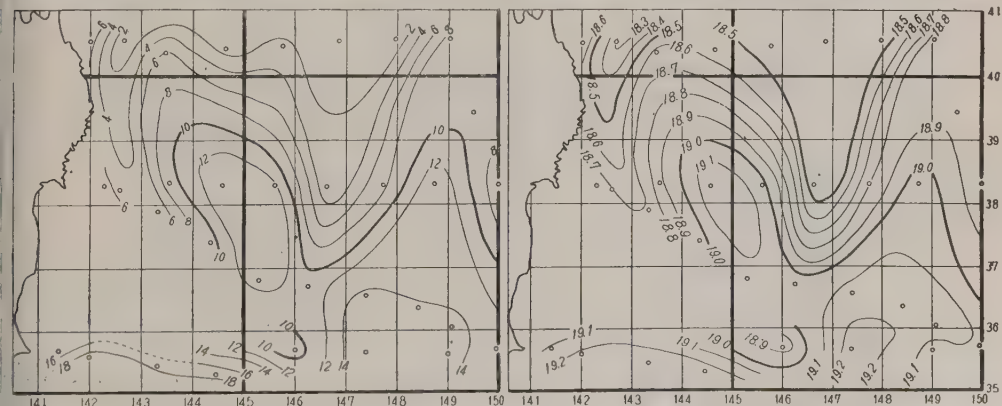
第1図 1946年水塊配置図

O : 親潮水域
T : 津軽暖水塊 細い矢印: 親潮前線
W₁ : 第1暖水塊 太い矢印: 主黒潮前線
W₂ : 第2暖水塊 打点域: 低温低塩域
K : 黒潮水域 斜線域: 高温高塩域

Fig. 1. Schematic representation of the water masses and fronts distribution, 1946.

第1期 4月17日~27日 (第3図)

観測網が粗いから詳しい海況は判らないが、主黒潮前線の北限位置は36°N附近にあると推定さ



第3図 1946年第1期（4月17日~27日）の100m層水温（左）と塩素量（右）

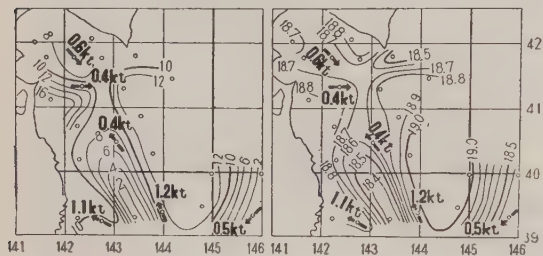
○……凌風丸

Fig. 3. Temp. (°C) and Cl (‰) at 100m, April 17~27, 1946.

* 夕汐丸（9月・10月）凌風丸（11月）の観測もあるが、資料が入手できなかった。

れ、例年より南偏している。38°N, 145°E 附近を中心にして、水温 13°C 以上、塩素量 19.1% 以上の第 1 暖水塊 (W₁) が認められ、その規模は 1950 年の W₁ 水塊に匹敵する程大きいかも知れないが、充分な観測点がないため詳細は不明である。

当期の表面水温 (第 2 図) は平年値 (函館海洋气象台, 1958; 気象庁海洋気象部海洋課, 1958) に比べ、北部の鯨角正東線上では低温、中部の金華山正東線上では距岸 250 マイル附近の親潮第 2 分枝の所で著しく低温である以外は高温、南部の犬吠崎正東線上では距岸 250 マイル附近以外は高温である。

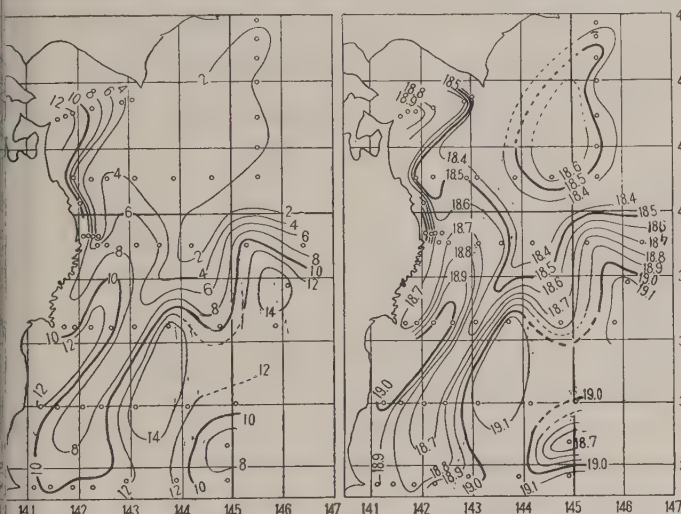


月には凌風丸が150°Eにまで達する大観測を実施したが、観測網が非常に大まかで水平分布図を作製するためには不適當である。また5月・6月には夕汐丸(函館海洋气象台)、10月・11月にはおしよる丸(函館水産専門学校)が三陸北部近海の観測を実施した。更に黒潮丸(宮古測候所)・親潮丸(八戸測候所)が宮古・八戸近海の観測を実施したが、観測範囲が極く沿岸部に限られているので、他の割に広い範囲の観測と同時期の資料だけを使用した。本年の水塊配置図は第Ⅰ期から第Ⅳ期までまとめて第5図に示してある。



第6図 1947年第Ⅰ期(5月23日~6月19日)の100m層水温(左)と塩素量(右) ○夕汐丸(5月23日~6月19日) ○黒潮丸(6月11日) ○親潮丸(6月1日)

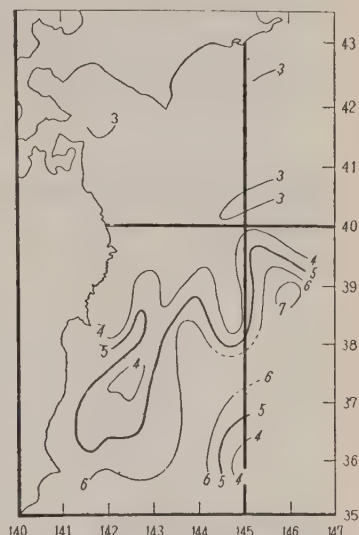
Fig. 6. Temp. (°C) and Cl (‰) at 100m, May 23~June 19, 1947.



第7図 1947年第Ⅱ期(7月1日~19日)の100m層水温(左)と塩素量(右)

○蒼鷹丸(7月1日~19日) ○黒潮丸(7月17日)

Fig. 7. Temp. (°C) and Cl (‰) at 100m, July 1~19, 1947.



第8図 1947年7月400m層水温分布

Fig. 8. Temperature at 400m, July 1947.

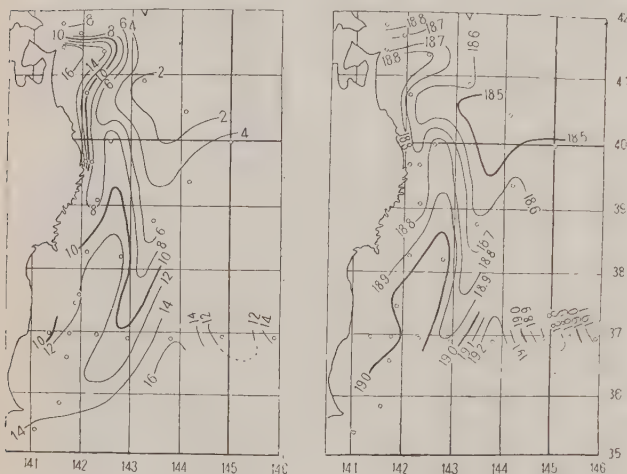
第Ⅰ期 5月23日~6月19日(第6図)

常磐近海に暖水塊(W)が認められる。金華山以南の142°E以東の下層観測は全くないが、表面等温線(木村, 1949)を見ると、143°~145°E附近で20°C以上の暖水が6月上旬より7月上旬まで細長く舌状に北方に張出し、素晴らしいビンナガマグロの竿釣漁場が形成されている。これは第Ⅱ期に見られる2次的黒潮前線の分岐が既に起きていることを物語っている。

第Ⅱ期 7月1日~19日(第7図)

常磐・金華山近海にかけては前期に引続いて暖水塊(W)が認められる。更にその沖合の143°~

144°Eには、主黒潮前線から分岐した2次的黒潮前線の著しい突出が見られ、その北限は38°Nを越えている。この西側には親潮系水に起源を発する低温・低塩水が36°N附近まで細長く南に張出している。W₁水塊の400m層水温は6°C前後で著しく低温であり(第8図)、この暖水塊は黒潮



第9図 1947年第Ⅲ期(8月13日~9月2日)の100m層水温(左)と塩素量(右)

○凌風丸(8月21日~9月2日) ○黒潮丸(8月13日)

Fig. 9. Temp. (°C) and Cl (‰) at 100m, Aug. 13~Sept. 2, 1947.

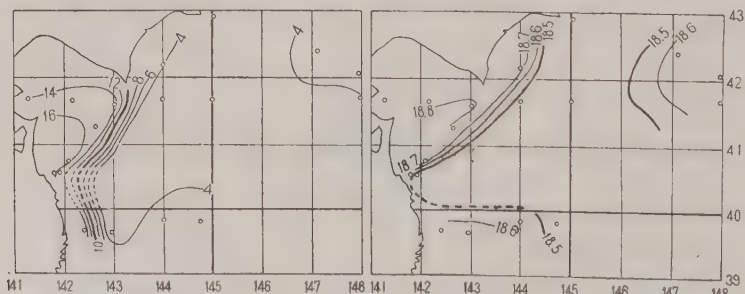
水域(K)とは全く異つた鉛直構造を持っている。従つて主黒潮前線は36°N以南を走っているものと推定される。36°30'N, 145°E附近には100m層で水温7°C以下、塩素量18.7‰以下の低温域があり、これは親潮第2分枝の延長部に相当するが、北部の親潮系水との連絡経路はわからない。

第Ⅲ期 8月13日~9月2日 (第9図)

観測網が不充分のため等量線は前期の形を参考にして、推定して描いた。暖水塊(W)は前期に引き続き常磐・金華山近海を覆い、2次的黒潮前線の分岐が引続き起きていると推定される。

第Ⅳ期 10月26日~11月18日(第10図)

津軽暖水塊(T)が襟裳岬と鮫角を結ぶ線附近から西側を覆っており、その東側を親潮第1分枝が強く南に向つて張出している。観測点が少ないためにそれ以外の区域の海況は不明である。



第10図 1947年第Ⅳ期(10月26日~11月18日)の100m層水温(左)と塩素量(右)

○おしよろ丸(10月26日~11月18日) ○親潮丸(10月27日)

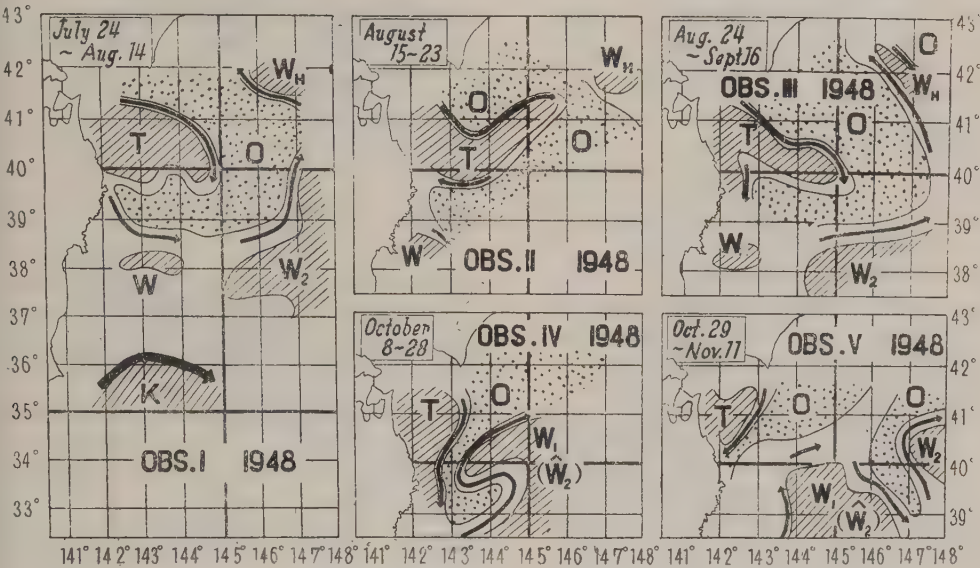
Fig. 10. Temp. (°C) and Cl (‰) at 100m, Oct. 26~Nov. 18, 1947.

(3) 1948年の水塊配置の変動

本年は終戦後間もない年ではあるが、東北海区では大規模な観測が数回にわたつて実施されており、水塊の移動について既に2, 3の報告がある。しかしそれらの報告の等量線の描き方には疑問の個所もあり、誤つた結論もある。本報では殆んど全資料を用い、5つの“時期”に区切つて等量線を描いた。本年の水塊配置図は第11図に第Ⅰ期から第Ⅴ期まで一括して示した。

第Ⅰ期 7月24日～8月14日 (第12図)

既に6月中旬に鯉崎東方50～100マイルおよび常磐沖200～300マイルで観測*が実施されているが、観測点が少ないため水塊の水平配置を明らかにすることはできない。しかし鯉崎東方100マイル附近を中心とした高温(100m層で14℃以上)、高塩(0～100m層で19.0‰以上)の水塊が出現していることは確かで(図省略)、この暖水塊が本期(第Ⅰ期)のどの水塊に対応するかは、前期(6月)の観測点が全く少ないため、はつきりと追跡できないが、恐らく本期の金華山近海の小規模な暖水塊(W)がこれに相当するものと考えられる。この暖水塊は400m層でも7℃以上の高温値



第11図 1948年水塊配置図

- | | | |
|--------------------------|------------------------|--------------|
| O : 親潮水域 | W ₁ : 第1暖水塊 | 細い矢印 : 親潮前線 |
| T : 津軽暖水塊 | W ₂ : 第2暖水塊 | 太い矢印 : 主黒潮前線 |
| W _H : 北海道沖暖水塊 | W : 暖水塊 | 打点域 : 低温低塩域 |
| | K : 黒潮水域 | 冷水域 : 高温高塩域 |

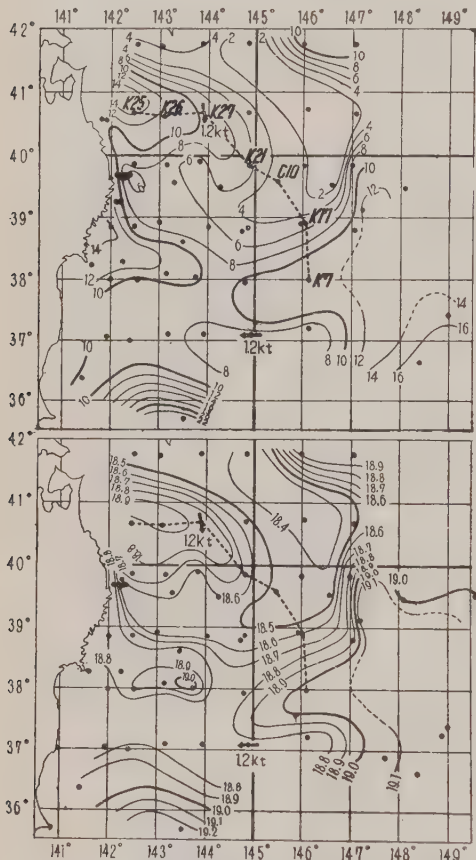
Fig. 11. Schematic representation of the water masses and fronts distribution, 1948.

を示している(第17図)。前年(1947年)夏に著しい分岐を示していた2次的黒潮前線は本期では認められなく、主黒潮前線は33°N附近にあり、例年より南偏している。これは400m層水温分布図(第17図)にもはつきり現われている。津軽暖水塊(T)は例年より著しく東に張出し、舌状部の先端は40°N, 144°30'E附近に達している**。親潮(O)は直ちに三陸沿岸に接岸せず、この津軽暖水塊の沖側を大きく迂迴してから三陸近海に迫っている。金華山近海の暖水塊(W)の沖合、145°E以東にはW₂水塊が非常に広範囲に拡がっており、その北部は襟裳岬東方150マイル以東の北海道沖暖水塊(W_H)に接近している。

* 中央気象台の鵜来丸(3測点)および竹生丸(3測点)による。
** 筆者は第1報の第15図(左)において、このT水塊の先端部を孤立させW₁水塊として示したが、後述するようにこれは明らかにT水塊と判断される。ここに誤りを訂正すると共に、少ない資料で一時期のみを考え、前後の時期との時間的つながりを考えない解析が誤った判断に陥り易いことを強調しておく。他の著者の報告にもこのような誤りは数例見出される。

第Ⅱ期 8月15日～23日 (第13図)

津軽暖水塊(T)は前期に引続き沖合まで張出しているが、その舌状部先端の位置は前期よりN Eに100マイル程移動し $41^{\circ}15'N$, $146^{\circ}E$ 附近に達している。親潮はT水塊を迂廻してから三陸近海に迫っている。襟裳岬東方200マイル附近には依然北海道沖暖水塊(W_H)がある。

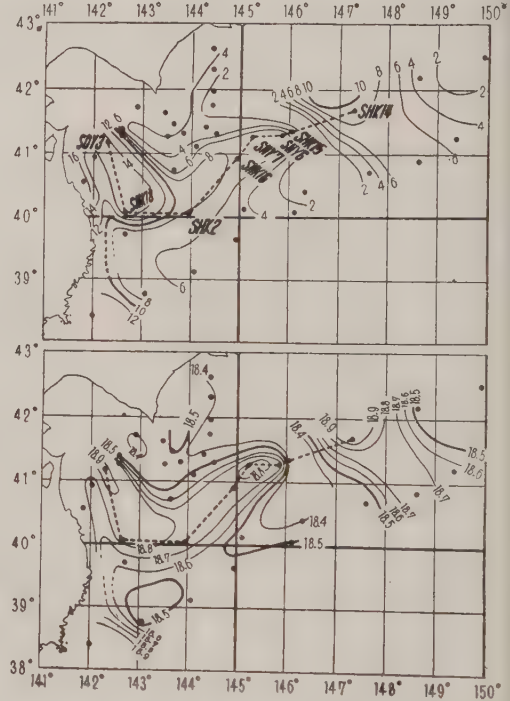


第12図 1948年第Ⅰ期 (7月24日～8月14日) の100m層水温(上)と塩素量(下)
 ●第5海洋丸(7月24日～8月14日)
 ●竹生丸(8月10日～12日)
 ●凌風丸(8月2日～4日)
 ●黒潮丸(8月9日)
 ●親潮丸(8月6日)〔塩素量欠測〕
 ●神鷹丸(8月4日～10日)
 〔初めの5点は水温値欠測〕

Fig. 12. Temp. (°C) and Cl (%) at 100m, July 24~Aug. 14, 1948.

第Ⅲ期 8月24日～9月16日 (第14図)

津軽暖水塊(T)の舌状張出しは第Ⅰ期と同様な形に戻り、その先端部は $40^{\circ}N$, $145^{\circ}E$ 附近にある。水塊配置の大勢は第Ⅰ期と同様であるが、落石崎SEには北海道沖暖水塊(W_H)が細長く延びている。またW₂水塊が西に向つて移動し、その縁は $145^{\circ}E$ 線を越えている。400m層水温分布図(第17図)を見ると、第Ⅰ期に認められた金華山近海の暖水塊(W)に相当するものが本期では認められない。これは観測網にかからなかつたとも考えられる。

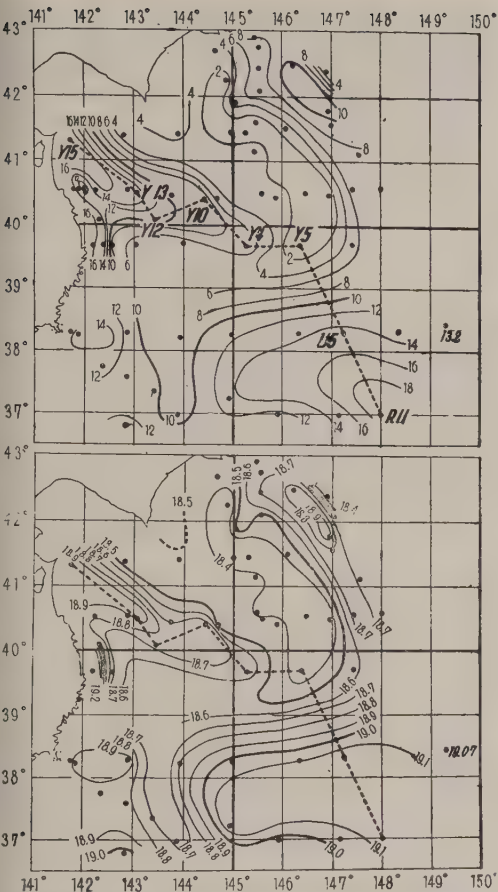


第13図 1948年第Ⅱ期 (8月15日～23日)

の100m層水温(上)と塩素量(下)

- 神鷹丸 (8月15日～18日)
- 俊鷲丸 (8月18日～23日)
- 蒼鷹丸 (8月20日～22日)
- 親潮丸 (8月18日)

Fig. 13. Temp. (°C) and Cl (%) at 100m, Aug. 15~23, 1948.

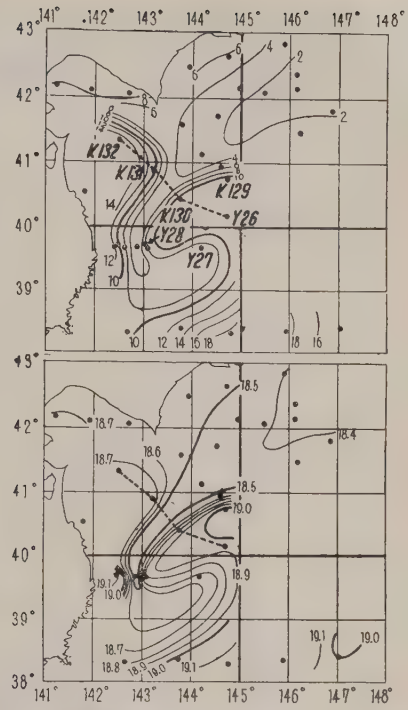


第14図 1948年第三期(8月24日~9月16日)の100m層水温(上)と塩素量(下)
 ●蒼鷹丸(8月24日~9月16日)
 ●夕汐丸(8月31日~9月13日)
 [初めの3点は塩素量欠測]
 ●凌風丸(9月11日~13日)
 ●鶴来丸(8月25日~27日)
 ●黒潮丸(9月8日)
 ●親潮丸(9月8日)[塩素量欠測]

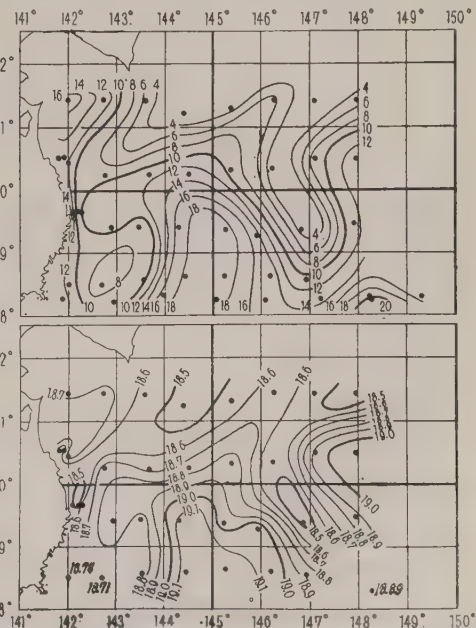
Fig. 14. Temp. (°C) and Cl (%) at 100m, Aug. 24~Sept. 16, 1948.

第IV期 10月8日~28日(第15図)

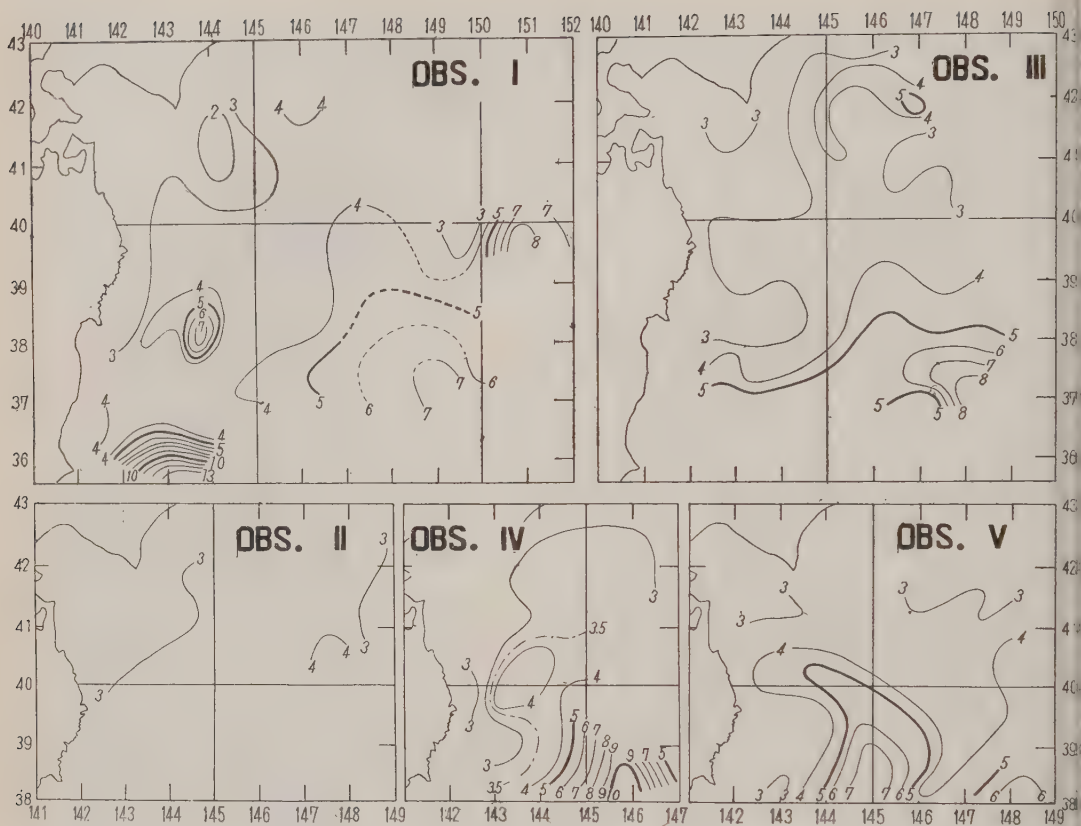
親潮第1分枝が著しく接岸して南に張出すと共に、津軽暖水塊(T)の張出しは三陸近海に押さえつけられたような形を示している。この海況の著しい変化は10月中旬前半頃起きたものと推定される。一方W₂水塊は前期よりぐつとNWに張出し、いわゆるW₁水塊の位置を占めている。これは400m層水温分布図(第17図)にもはつきり現われている。



第15図 1948年第IV期(10月8日~28日)の100m層水温(上)と塩素量(下)
 ●第4海洋丸(10月9日~15日)
 ●夕汐丸(10月8日~11日) ●新南丸(10月26日~28日)
 ●黒潮丸(10月15日) ●親潮丸(10月14日)
 Fig. 15. Temp. (°C) and Cl (%) at 100m, Oct. 8~28, 1948.



第16図 1948年第V期(10月29日~11月13日)の100m層水温(上)と塩素量(下)
 ●蒼鷹丸(10月29日~11月11日)
 ●鶴来丸(11月11日~13日) [塩素量欠測]
 ●黒潮丸(11月10日) ●親潮丸(11月12日)
 Fig. 16. Temp. (°C) and Cl (%) at 100m, Oct. 29~Nov. 13, 1948.



第17図 1948年400m層水温分布図

Fig. 17. Temperature at 400m, 1948.

OBS. I : July 24 ~ Aug. 14

OBS. IV : Oct. 8 ~ Oct. 28

OBS. II : Aug. 15 ~ Aug. 23

OBS. V : Oct. 29 ~ Nov. 13

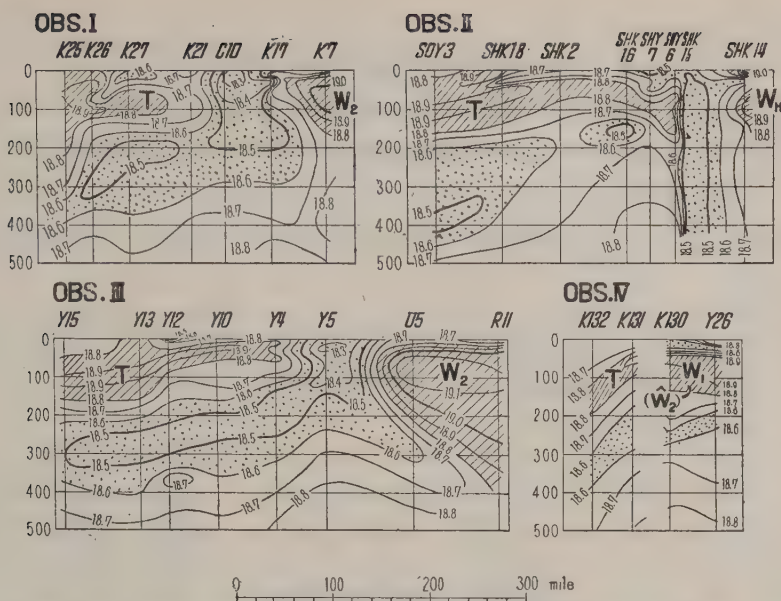
OBS. III : Aug. 24 ~ Sept. 16

第V期 10月29日～11月13日 (第16図)

水塊配置の大勢は前期と変りないが、 W_2 水塊に起源を究したと考えられる第1暖水塊 W_1 (W_2) は前期より西へ移動した。親潮第2分枝は146°～147°E附近を南方に向つて張出している。これらの水塊配置は400m層水温分布図 (第17図) にも明瞭に現われている。

津軽暖水塊の成層状態と張出しの変化

本年は津軽暖水塊 (T) の舌状張出しが著しく、また後述するようにサンマ漁場の停滞・移動に密接な関連をもつていたから、T水塊の舌状張出しの中軸線に沿つた第I期～第IV期における塩素量の断面図を掲げておく (第18図)。各断面の位置は100m層水温・塩素量分布図 (第12～15図) 中に破線で示してある。T水塊の舌状張出しの中軸に沿つて、50～150m層附近に塩素量18.8～18.9‰以上の核層が明瞭に追跡され、その下層150～400m層附近には塩素量18.5～18.6‰以下の親潮の中淡層がやはり核層をなして潜入している。一方 W_2 水塊は第IV期 (この時期には、西に移動し W_1 水塊の位置を占めている) を除いて、400m層以深まで深く根を張つており、T水塊と断面分布で明瞭に区別される。第IV期の断面分布では三陸近海に西進した W_2 水塊の先端



第18図 1948年の津軽暖水塊の舌状張出しの中軸に沿った塩素量断面図

Fig.18. Chlorinity section along the axis of tongue-like warm water spreading from the Tsugaru Straits, 1948. Location of section is shown by broken lines in figs. 12~15.

OBS. I : July 24 ~ Aug. 14

OBS. II : Aug. 15 ~ Aug. 23

OBS. III : Aug. 24 ~ Sept. 16

OBS. IV : Oct. 8 ~ Oct. 28

部の厚さは薄くT水塊と区別し難いが、第V期になると、この暖水塊はやはり400~500mの深さまで根をもっている(断面図省略)。これらのことは各時期の400m水温分布図(第17図)を見ると一層明瞭である。津軽暖水塊(T)の下方の400m層は何れの時期でも3°C以下の水温値を示すが、黒潮系の暖水塊(W₁, W₂)の下方の400m層は各時期とも4°C以上の水温値を示している。

更にT-CIダイアグラムを検討すると(図省略)、第15図のK129, K130, Y26, Y28の4点は黒潮に起源を発する高塩な水塊のT-CI関係を示し、K131, K132は津軽暖水塊のもつ幾分低塩なT-CI関係を示している。Y27は更に低塩な親潮系水のT-CI関係を示す。第IV期の100m層水温・塩素量分布図(第15図)で、親潮の第1分枝が細長く舌状に南下しているように図を描いた理由の一端は以上述べた所にある。

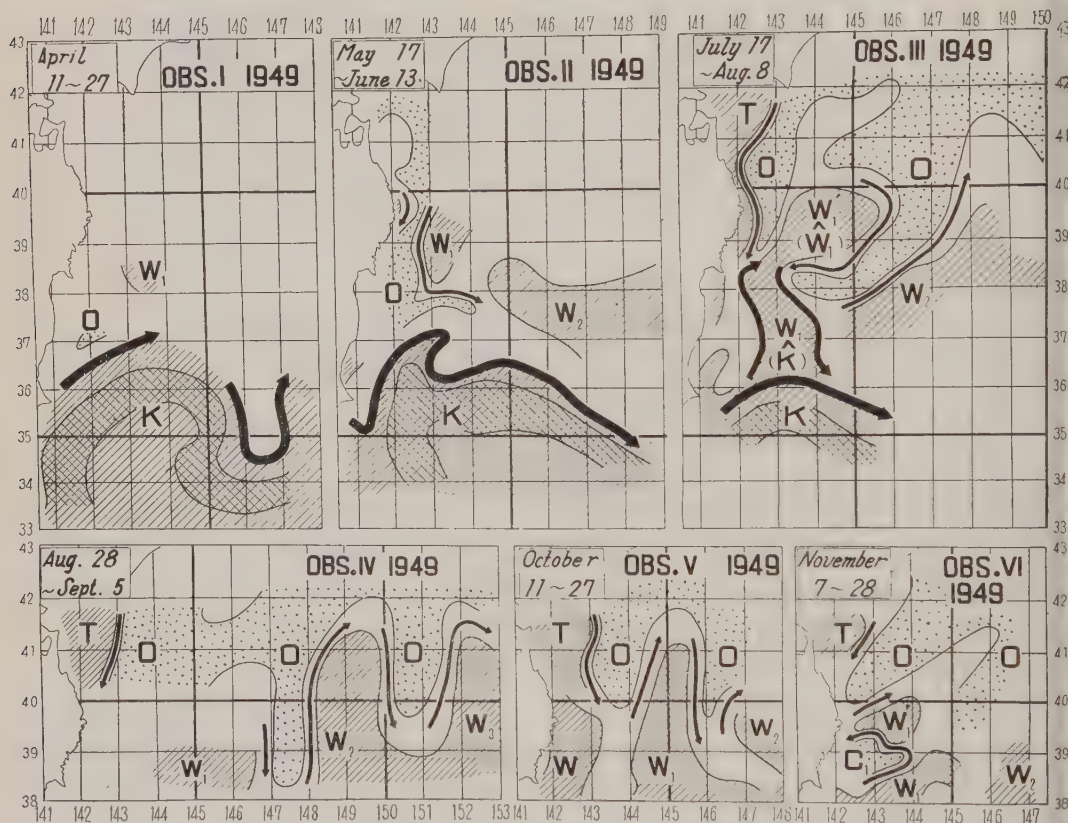
1948年のサンマ漁場の移動と親潮前線の関係

サンマ漁期中の海洋観測資料は毎年あまり多くはないが、本年は特に津軽暖水塊の沖合張出しが著しく、この変化と漁場の推移との間に密接な関係が認められたから、その概略を以下に述べておく。本年のサンマ漁場は9月下旬から10月上旬前半まで41°N, 145°~146°E附近に停滞していた。しかし10月下旬には鯉崎近海まで漁場が急激に南下した。これを水塊配置図(第11図)と比較すると、第I期から第III期まで(7月~9月)津軽暖水塊(T)の沖合に向かう張出しは非常に著しく、親潮は直接に三陸沿岸に迫らずT水塊の沖を迂廻してから三陸南部近海に迫っていた。しかし第IV期(10月中・下旬)には水塊配置の著しい変化が生じ、W₂水塊の接岸北上と共に親潮第1分枝は細長く舌状に南に向って張出し、T水塊も三陸沿岸におさえつけられ、以前に東西方向に走っていた親潮前線は舌状に南に向って突出した形となつた。これは先に述べたサンマ漁

場の移動とよく対応する。

(4) 1949年の水塊配置の変動

中央气象台による金華山正東のC線観測は1948年夏より開始され、本年になつてようやく軌道に乗つてきた。しかし气象台関係の観測は東北海区沖合ではC線以外は夕汐丸の11月の観測だけしかない。また水路部の観測も7月と10月に実施された以外あまりなく、あとは殆んど水産調査、研究機関によるものである。本年の水塊配置図は第I期から第VI期まで、第19図にまとめて示してある。



第19図 1949年水塊配置図

Fig. 19. Schematic representation of the water masses and fronts distribution, 1949.

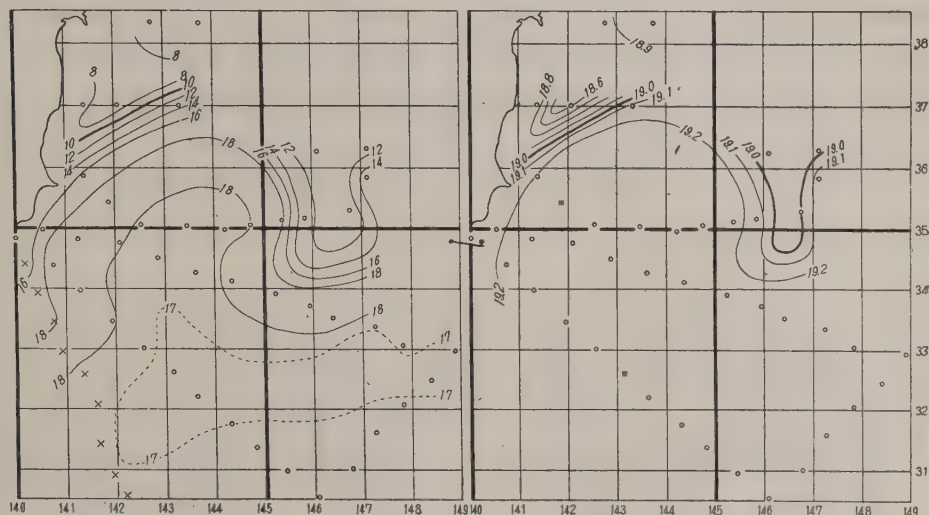
- | | |
|------------------------|----------------|
| O : 親潮水域 | 細い矢印: 親潮前線 |
| T : 津軽暖水塊 | 太い矢印: 主黒潮前線 |
| W ₁ : 第1暖水塊 | 中位の矢印: 2次的黒潮前線 |
| W ₂ : 第2暖水塊 | 打点域: 低温低塩域 |
| W ₃ : 第3暖水塊 | 斜線域: 高温高塩域 |
| W : 暖水塊 | 網目域: 最高水温帯 |
| K : 黒潮水域 | |

第I期 4月11日～27日 (第20図)

主黒潮前線は37°N以南にあり、最高水温帯がその南側に認められる。金華山E100マイル附近にはW₁水塊があり、100m層の最高水温、塩素量は10°C, 19.0%以上と推定される。塩屋崎E50マ

イル附近に親潮系冷水の一部が認められる。

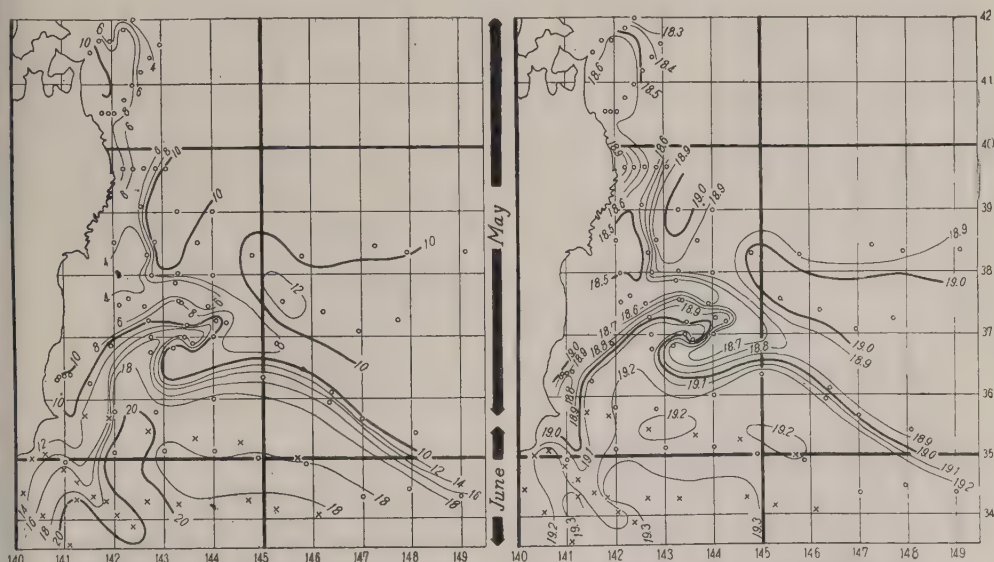
ふさ丸の稚魚採集調査（東北水研，1952）によれば、外側低温帯にサンマ・ハダカイワシの稚魚*が多いが、この時には最高水温帯では殆んど採集されていないことが目立っている。



第20図 1949年 第Ⅰ期（4月11日～27日）の100m層水温（左）と塩素量（右）

○ふさ丸（4月11日～19日） ○共盛丸（4月13日～17日）
○竹生丸（4月15日～16日） ×武蔵丸（4月25日～27日）〔塩素量欠測〕

Fig. 20. Temp. (°C) and Cl (‰) at 100m, Apr. 11~27, 1949.



第21図 1949年 第Ⅱ期（5月17日～6月13日）の100m層水温（左）と塩素量（右）

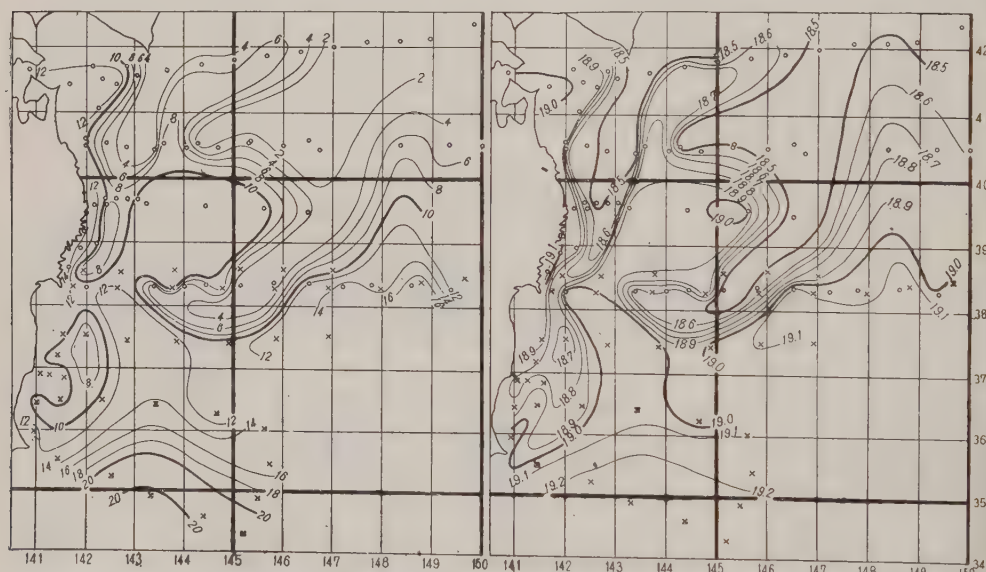
○ふさ丸（5月22日～31日） ○親潮丸（5月17日～22日）
○茨城丸（5月19日～29日） ○黒潮丸（5月28日）
○新南丸（5月18日～19日） ×第5海洋丸（6月3日～13日）

Fig. 21. Temp. (°C) and Cl (‰) at 100m, May 17~June 13, 1949.

* 体長は大部分6 cm以下

第Ⅱ期 5月17日～6月13日 (第21図)

主黒潮前線は 37°N 以南にあるが、塩屋崎近海で蛇行が認められ、第Ⅲ期の2次的黒潮前線の分岐が将に起きようとしている。 39°N , $143^{\circ}\sim 144^{\circ}\text{E}$ 附近には、前期に認められた W_1 水塊があり、100m層の最高水温、塩素量は 11°C , 19.0% 以上である。その沖合には W_2 水塊があり、広範囲に広がっており、表面の水温は 17°C 台であるが、塩素量は 19.0% 以上の高塩値を示している (第39図A)。親潮第1分枝が三陸の極く近海に細長く張出し、 38°N , 142°E 附近より東に延び、 W_1 水塊を黒潮水域(K)より分離している。津軽暖水塊の塩素量は100m層で非常に低く 18.6% 台であるため、始めに定めたT水塊の基準に達しなかつたから第19図の水塊配置図ではその範囲を示すことができなかった。



第22図 1949年 第Ⅲ期 (7月17日～8月8日) の100m層水温 (左) と塩素量 (右)

- | | |
|-------------------|---------------------|
| ○ふさ丸 (8月1日～3日) | ×竹生丸 (7月24日～27日) |
| ○共盛丸 (8月5日～7日) | ×第4海洋丸 (7月17日～26日) |
| ○大東丸 (7月31日～8月2日) | ○第4海洋丸 (7月31日～8月5日) |
| ○黒潮丸 (8月4日～8日) | |

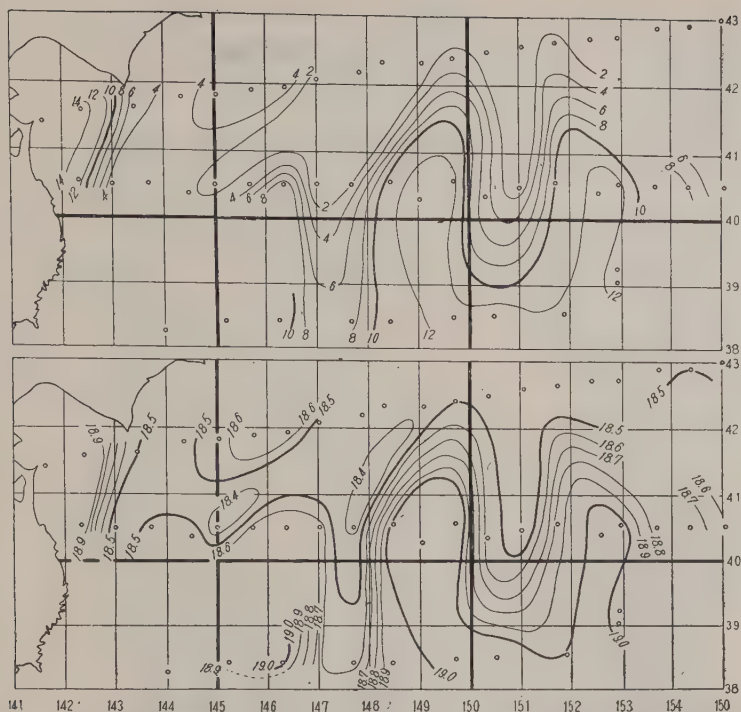
Fig. 22. Temp. ($^{\circ}\text{C}$) and Cl ($\%$) at 100m, July 17～Aug. 8, 1949.

第Ⅲ期 7月17日～8月8日 (第22図)

主黒潮前線より2次的黒潮前線の分岐が大規模におき、その先端は前期の W_1 水塊に連らなっている。しかし主黒潮前線は 36°N 附近にあり例年より南偏している。この南側に最高水温帯がある。また低温・低塩な(100m層で 4°C 以下, 18.5% 以下)親潮系水が第2分枝として沖合より 38°N 附近まで下つて来た。

第Ⅳ期 8月28日～9月5日 (第23図)

東西に延びる観測線が3本あるだけで、水塊配置の細部は不明である。第1, 第2, 第3暖水塊 (W_1 , W_2 , W_3) と親潮第1, 第2, 第3分枝の張出しが交互に並んでいる。



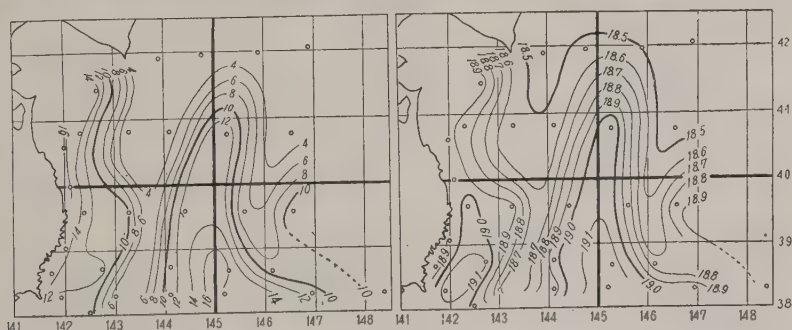
第23図 1949年第Ⅳ期(8月28日~9月5日)の100m層水温(上)と塩素量(下)

○岩手丸(8月28日~9月5日) ○生名丸(8月29日~9月3日)

Fig. 23. Temp. (°C) and Cl (‰) at 100m, Aug. 28~Sept. 5, 1949.

第Ⅴ期 10月11日~27日(第24図)

W₁水塊は145°E線を中軸に38°N以南から(資料がないためにその南限は不明)41°Nにかけて細長く伸びており、100m層の最高水温、塩素量は16°C以上、19.1‰以上となつている。一方三陸の極く近海には100m層で水温12~15°C、塩素量19.1‰以上の小規模な暖水塊(W)が新たに出現

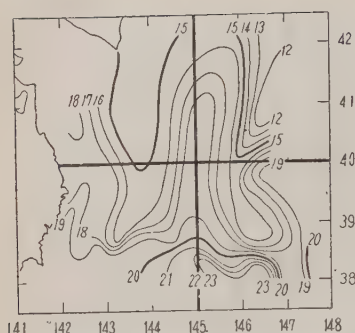


第24図 1949年第Ⅴ期(10月11日~27日)の100m層水温(左)と塩素量(右)

○第5海洋丸(10月11日~27日) ○竹生丸(10月15日~17日)

Fig. 24. Temp. (°C) and Cl (‰) at 100m, Oct. 11~27, 1949.

している。これは第Ⅲ期(7月末頃)に2次の黒潮前線の分岐が起きて、その先端部より補給された暖水によって涵養されたものと考えられる。表面水温の分布(毎時観測)を見ると(第25図)、金華山正東は19°C以上の高温を示しており、親潮第1分枝の南下は表層では認められない。しか



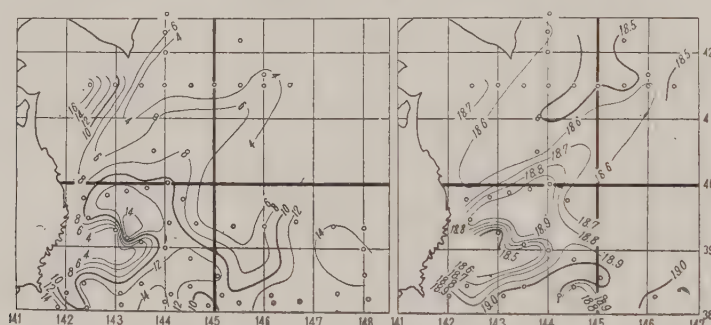
第25図 1949年10月表面等温線
(15日~23日)

Fig. 25. Surface temperature,
Oct. 15~23, 1949.

し親潮第2分枝の先端は、表層では37°N, 147°E附近にまで達している。表面塩素量の分布も、これと同様な傾向を示している(第39図F)。

第Ⅵ期 11月7日~28日(第26図)

11月になると大分海況が変わり、前期(10月)に近海にあった小規模な暖水塊(W)は南に下り、145°E線上にあつたW₁水塊は西進するとともに2個に分裂したものと考えられる。その1個(W₁')は鮭崎近海に中心があり、100m層で水温12~14°C, 塩素量18.9%以上の値をもち、他の暖水塊(W₁)は金華山近海にあり、100m層で12~14°C, 塩素量19.0%前後の値をもっている。

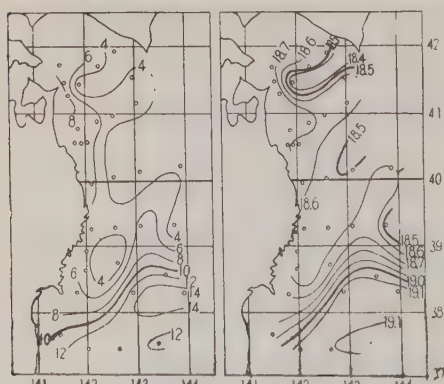


第26図 1949年第Ⅵ期(11月7日~28日)の100m層水温(左)と塩素量(右)
○夕汐丸(11月7日~28日) ○共盛丸(11月8日~11日)〔塩素量欠測〕
○新南丸(11月12日~13日)

Fig. 26. Temp. (°C) and Cl (‰) at 100m, Nov. 7~28, 1949.

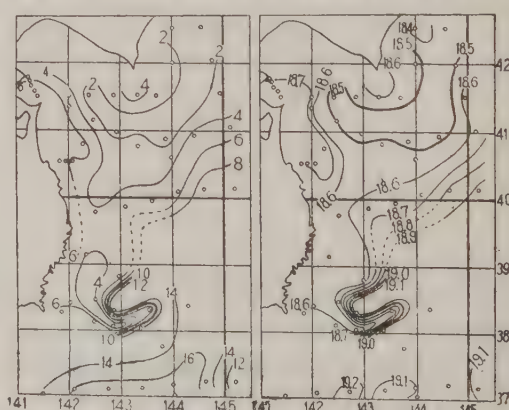
(5) 1950年の水塊配置の変動

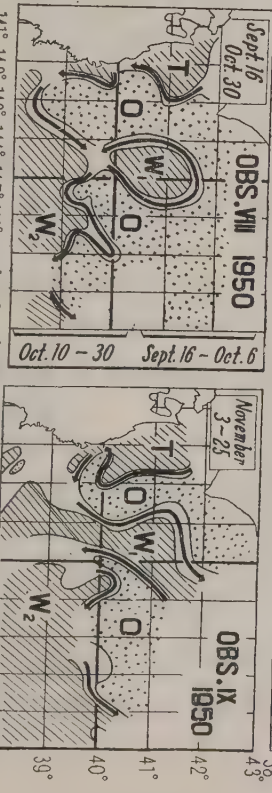
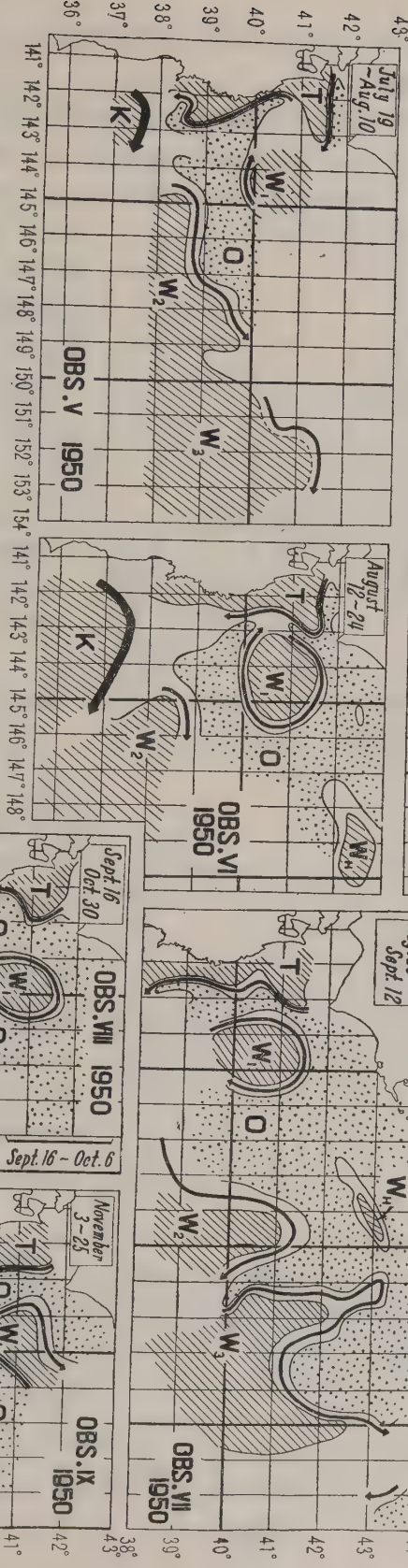
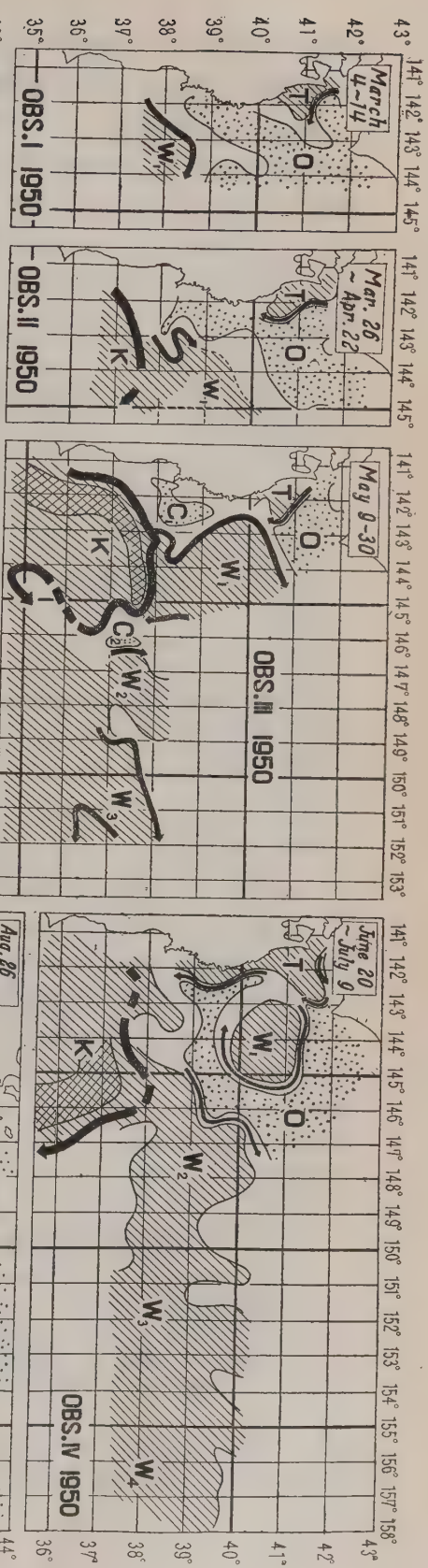
本年は東北水研が関係した分だけでも非常に多量の観測資料を得ることができた。他機関の観



第27図 1950年第Ⅰ期(3月4日~14日)の
100m層水温(左)と塩素量(右)
○第4海洋丸(3月6日~14日)
○鶴来丸(3月4日~5日)
○親潮丸(3月10日)

Fig. 27. Temp. (°C) and Cl (‰) at 100m,
Mar. 4~14, 1950.





第29图 1950年水塊配置図 Fig. 29. Schematic representation of the water masses and fronts distribution, 1950.

O : 親潮水塊 C₁ : 第1冷水塊 C₂ : 第2冷水塊 T : 津輕暖水塊 WH : 北海道沖暖水塊

測資料も含めて9つの“時期”に区分して取りまとめ、各時期の水塊配置図を作製した(第29図)。

第Ⅰ期 3月4日～14日(第27図)

1949年11月に鯉崎近海にあつた暖水塊(W_1')に相当するものが本期では殆んど認められなく、その残骸と考えられる100m層水温 $6^{\circ}\sim 8^{\circ}\text{C}$ 、塩素量18.6～18.7‰の水塊が鯉崎E50マイル附近に残存しているだけである。前年11月に金華山近海にあつた W_1 水塊が、100m層で殆んど同じ値

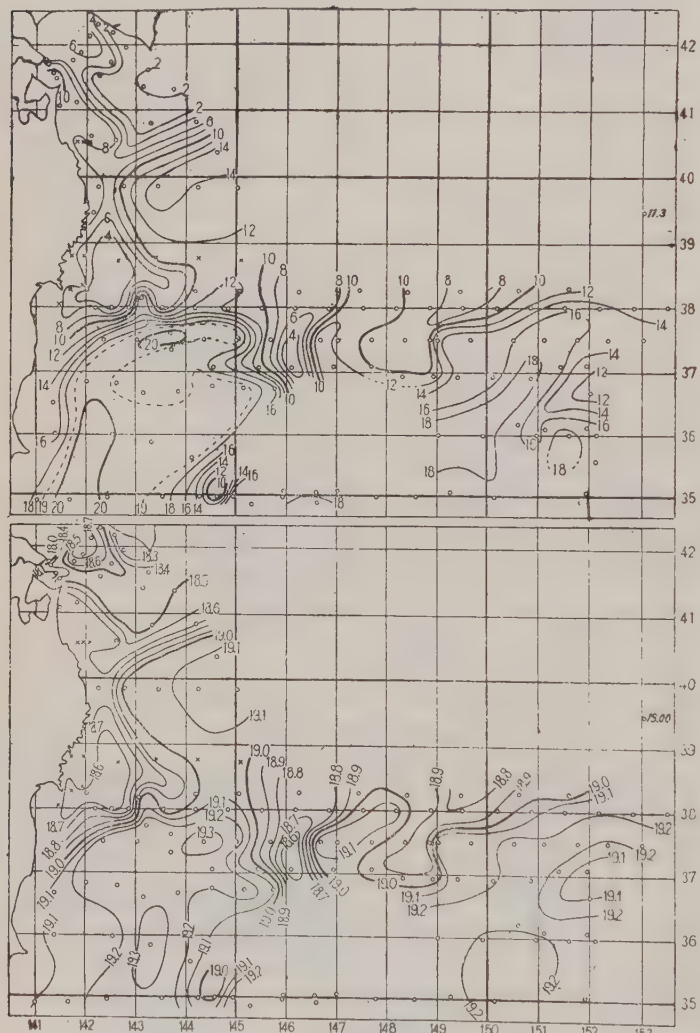
の水温・塩素量を保持して引き続き同じ場所に停滞している。親潮第1分枝は三陸沿岸に直接迫り、津軽暖水塊(T)の張出しは通常である。主黒潮前線の位置は観測資料がないために定まらないが、本期の W_1 水塊をめぐつて2次的黒潮前線の分岐が起きていると推定される。

第Ⅱ期 3月26日～4月22日(第28図)

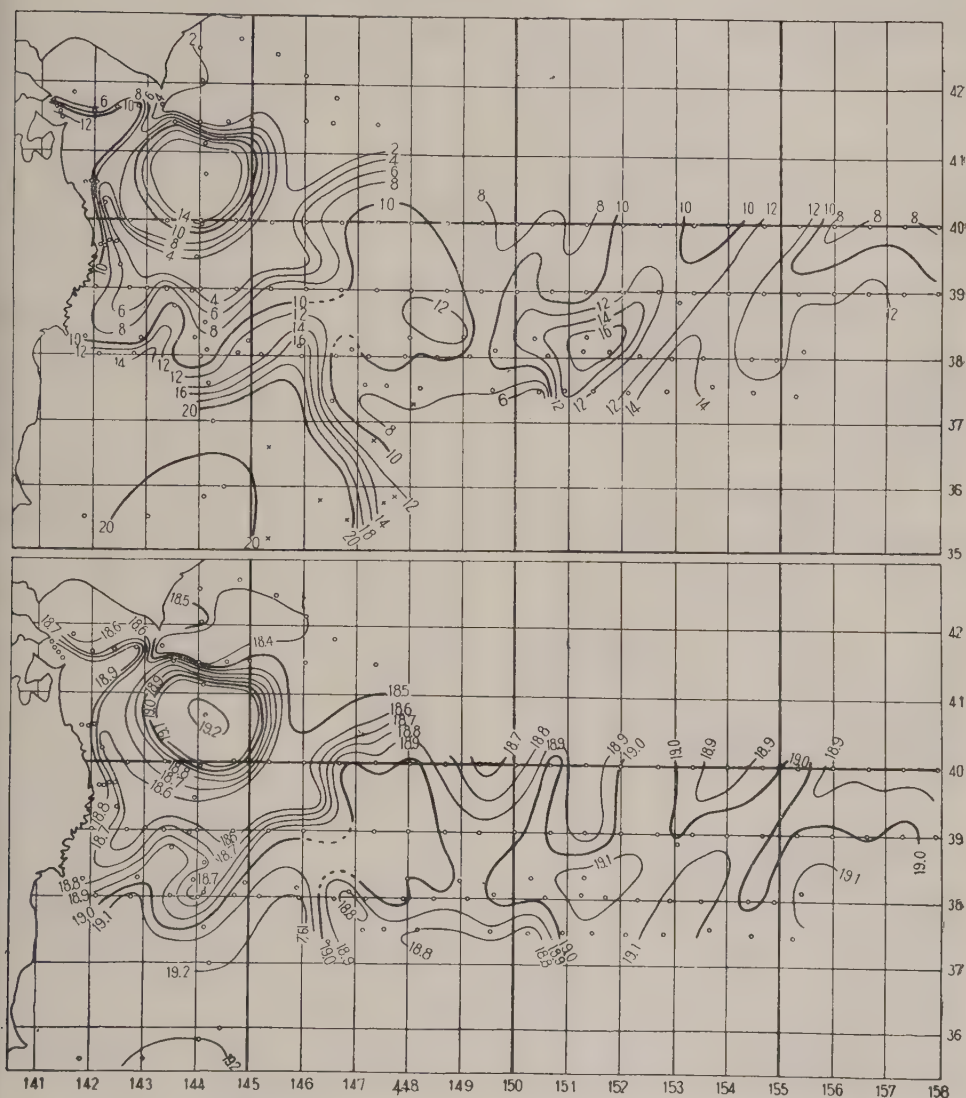
本期は観測資料が少ないから、なるべく多くの資料を用いるために1ヶ月近い期間に区切つた。主黒潮前線は $37^{\circ}\sim 38^{\circ}\text{N}$ 附近を走り、2次的黒潮前線が蛇行しながら分岐している。 W_1 水塊は100m層で水温 10°C 以上、塩素量18.9‰以上の値をもち、前期より北上し三陸近海に現われ始めた。その他の水塊配置は前期と同様である。

第Ⅲ期 5月9日～30日(第30図)

主黒潮前線は前期より幾分北偏し、その北限は 38°N 附近にある。この南側には最高水温帯が認められる。しかし 145°E 附近では主黒潮前線は



上となつている。金華山東方沖合には W_2 水塊・ W_3 水塊が認められる。また親潮第1, 第2
 分枝の先端はそれぞれ孤立して第1冷水塊 (C_1)・第2冷水塊 (C_2) となつている。東北海区近海
 の水温は表層から100m層まで例年よりかなり高温である。



第31図 1950年 第Ⅳ期 (6月20日~7月9日) の100m層水温(上)と塩素量(下)

- | | |
|-------------------|----------------------------------|
| ○岩手丸 (6月25日~7月5日) | ○親潮丸 (7月4日, 6日) |
| ○共盛丸 (7月1日~9日) | ○東奥丸 (6月30日) |
| ○夕汐丸 (6月20日~7月4日) | ×第3八千代丸 (6月22日, 7月7日~8日) [塩素量欠測] |
| ○凌風丸 (6月28日~7月4日) | ×第2日光丸 (6月24日~28日) [塩素量欠測] |

Fig. 31. Temp. (°C) and Cl (‰) at 100m, June 20~July 9, 1950.

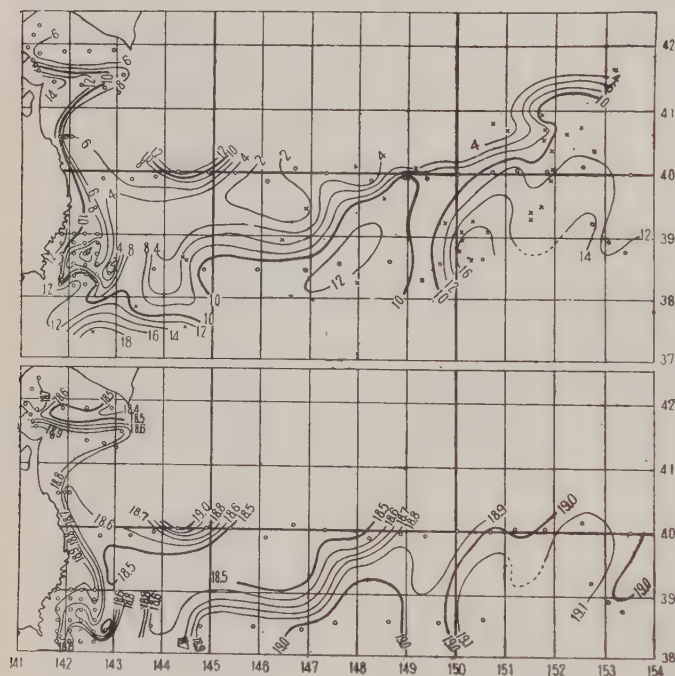
第Ⅳ期 6月20日～7月9日 (第31図)

W_1 水塊は親潮第2分枝の沖合よりの差込みにより、少なくとも100m層では完全に黒潮水域より切離された。この暖水塊の中心は鮫角東方100マイル附近にあり、100m層の水温・塩素量はそれぞれ 15°C 、19.2‰である。 38°N 、 145°E 附近には黒潮前線の分岐があるらしく、高温・高塩な黒潮系水が W_2 水塊内へ補給されている模様である。 $144^{\circ}\sim 146^{\circ}\text{E}$ の主黒潮前線の南側に最高水温帯が認められる。また沖合の暖水塊 W_2 、 W_3 、 W_4 などは模式図(第29図)では繋がっているけ

れども、100m層の水温・塩素量の分布図(第31図)を見ると、割に低温・低塩な舌状水帯により、それぞれ区別されている。

第Ⅴ期 7月19日～8月10日 (第32図)

観測点が少ないために細部の海況は不明であるが、前後の時期と比べて水塊配置の大勢はあまり変りない。親潮第2分枝の巾は100m層では前期より拡がり、 W_1 水塊は矢張り孤立している。この水塊の南西部の周辺に7月末からビンナガ竿釣漁場が形成され、カツオも混獲されている。また前期より引続き金華山近海の主黒潮前線の北側に小規模な暖水突出がある模様である。 W_3 水塊は前期に比べて北へ移動し、7月中・下旬にわたり、その親潮前線寄りの所でカツオの好漁場が形成された。



第32図 1950年第Ⅴ期(7月19日～8月10日)の100m層水温(上)と塩素量(下)

- 共盛丸(7月31日～8月5日) ○夕汐丸(7月28日～30日)
- 親潮丸(7月25日) ○八紘丸(8月1日～8日)
- 生名丸(8月3日～10日)
- ×第3八千代丸(7月19日～8月2日) [塩素量欠測]
- ×第2日光丸(7月25日～8月2日) [塩素量欠測]

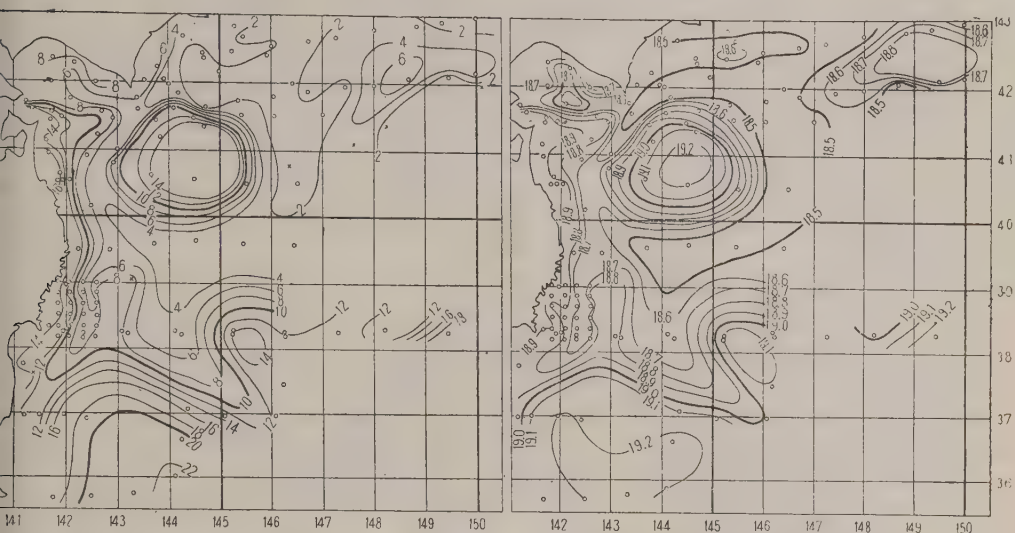
Fig. 32. Temp. ($^{\circ}\text{C}$) and Cl (‰) at 100m, July 19～Aug. 10, 1950.

第Ⅵ期 8月12日～24日 (第33図)

主黒潮前線の北限は $37^{\circ}\sim 38^{\circ}\text{N}$ 間にあり、その北側には内側低温帯がある模様。 W_1 水塊は第Ⅳ期とほぼ同じ場所にあり、100m層での最高水温・塩素量はそれぞれ 15°C 、19.2‰以上で、これも変りない。この暖水塊は非常に大規模なもので、深さ800m層の水温・塩素量・ σ_t の分布にまでその影響が現われている*。また北海道沖暖水塊(W_H)が認められるが、100m層の水温は 6°C であり大して高温でない。 W_1 水塊の内部には引続きビンナガ・カツオ漁場が形成されている。

* 第5海洋丸の観測による。

年夏の表面水温は著しく高く、8月上旬には40°N以南は殆んど全域にわたり25°C以上の値を示している。



第33図 1950年第Ⅵ期(8月12日~24日)の100m層水温(左)と塩量(右)

- | | |
|--------------------------|-----------------|
| ○第5海洋丸(8月12日~23日) | ○ふさ丸(8月12日~17日) |
| ○第4海洋丸(8月14日~22日) | ○常磐丸(8月17日~18日) |
| ○第1海幸丸(8月20日~21日) | ○八紘丸(8月15日~19日) |
| ○新南丸(8月21日~23日) | ○親潮丸(8月22日) |
| ×第3八千代丸(8月21日~24日)〔塩量欠測〕 | |

Fig. 33. Temp. (°C) and Cl (‰) at 100m, Aug. 12~24, 1950.

第Ⅶ期 8月26日~9月12日(第34図)

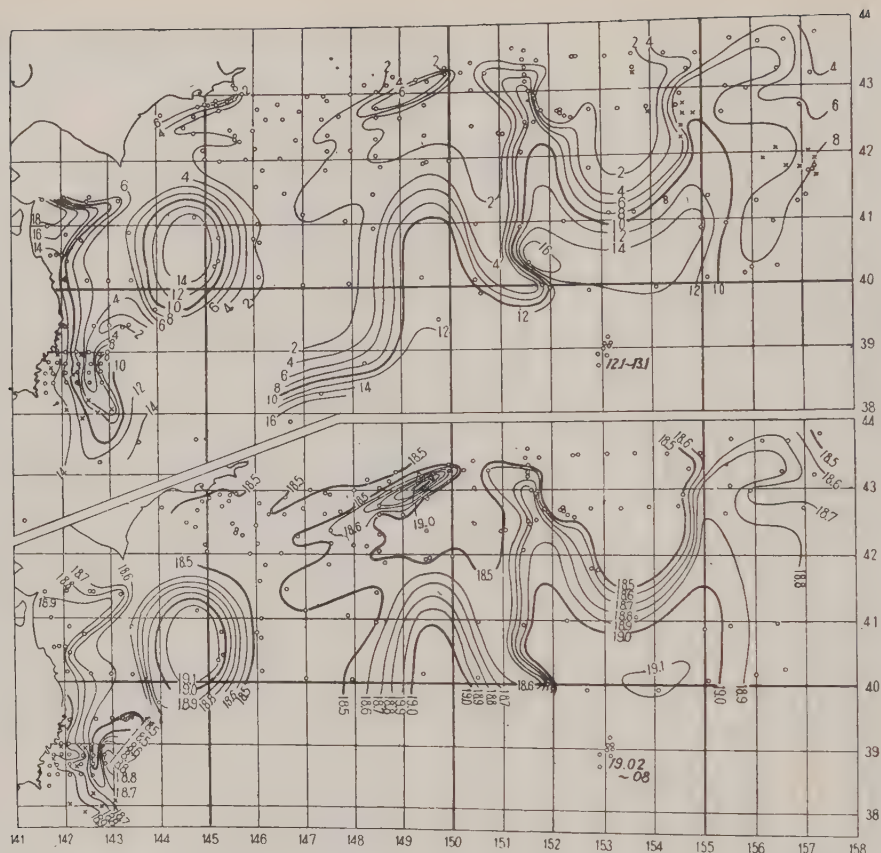
本期にはサンマ漁解禁前の一斉調査で、10日ぐらいの短期間に10数隻の調査船が出動して観測が実施された。三陸近海は観測網から外れているが、第1海幸丸*の8月末の観測値で補った。また遠く沖合の観測網の空白部を第3千代丸**の8月末の観測値(水温のみ)で補った。

W_1 水塊の北側および東側には100m層で4°C以下の親潮系冷水が広範囲に広がっているが、沖合では W_2 水塊、 W_3 水塊が第Ⅳ期・第Ⅴ期に比べて東寄りにまた北寄りに移動したために、表面水温は全般的に高かった。北海道沖暖水塊(W_H)は幾分縮小した。 W_1 水塊の内部では依然としてビンナガ・カツオ漁場が形成されており、また沖合の W_2 水塊、 W_3 水塊の縁の親潮前線附近にカツオ漁場が密集して発達している。

第Ⅷ期 9月16日~10月30日(第35図)

W_1 水塊は依然として残存しているが、その南の暖水と連絡しているか断ち切れているかは、観測資料が不十分のために判定困難である。親潮第1分枝は前期以来、次第に巾広く南下している。これに対応してサンマ漁場は9月末頃まで北海道近海に停滞していたが、10月に入ってから三陸近海にまで南下した。

* 水路部備船
** 調査委託漁船



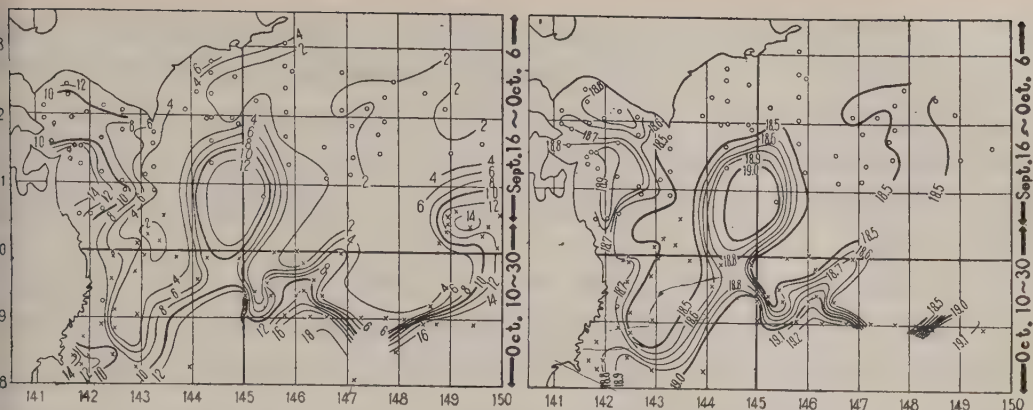
第34図 1950年第Ⅶ期（8月26日～9月12日）の100m層水温（上）と塩素量（下）

○ 岩手丸	（9月1日～12日）	○ 第1京丸	（9月1日～12日）
○ 大東丸	（9月4日～7日）	○ 大雪丸	（8月30日～9月7日）
○ 共盛丸	（9月2日～8日）	○ 第1旭丸	（9月5日～8日）
○ 茨城丸	（9月1日～6日）	○ 新南丸	（9月2日～9日）
○ 常磐丸	（9月2日～9日）	○ 親潮丸	（8月30日）
○ ふさ丸	（9月3日～5日）	× 第1海幸丸	（8月26日～28日）
○ ちば丸	（9月5日～8日）	○ 第1海幸丸	（8月31日～9月7日）
○ 相模丸	（9月2日～9日）		
× 第3八千代丸	（8月26日～31日）〔塩素量欠測〕		
○ 第3八千代丸	（9月1日～8日）〔塩素量欠測〕		

Fig. 34. Temp. (°C) and Cl (‰) at 100m, Aug. 26~Sept. 12, 1950.

第Ⅷ期 11月3日～25日（第36図）

毎年秋になると黒潮系暖水が三陸近海を北方に突出する現象が見られ、本期にこれが起きている。このため W_1 水塊は南方の暖水と連絡している。この W_1 水塊はその後、大部分は南部の暖水域に吸収され、残部は周囲の冷水と混合して消滅したものと推定される。

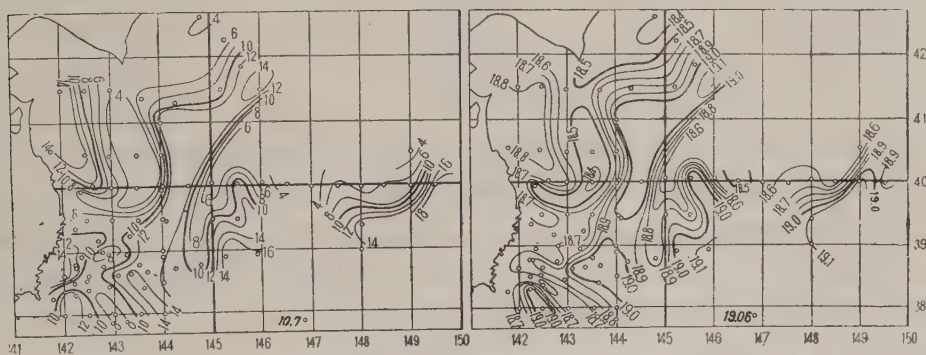


第35図 1950年 第Ⅷ期（9月16日～10月30日）の100m層水温（左）と塩素量（右）

- | | |
|--------------------|----------------------|
| ○ 探海丸（9月22日～10月3日） | × 蒼鷹丸（10月22日～30日） |
| ○ 第1京丸（9月16日～27日） | × 相模丸（10月10日～19日） |
| ○ 相模丸（9月21日～10月6日） | × 凌風丸（10月12日～19日） |
| ○ 親潮丸（9月26日） | × 第3八千代丸（10月13日～20日） |

〔塩素量欠測〕

Fig. 35. Temp. (°C) and Cl (‰) at 100m, Sept. 16～Oct. 30, 1950.



第36図 1950年 第Ⅸ期（11月3日～25日）の100m層水温（左）と塩素量（右）

- | | |
|--------------------------|-------------------|
| ○ 蒼鷹丸（11月9日～17日，20日～24日） | ○ 鵜来丸（11月10日～12日） |
| ○ 夕汐丸（11月3日～25日） | ○ 親潮丸（11月17日） |

Fig. 36. Temp. (°C) and Cl (‰) at 100m, Nov. 3～25, 1950.

（6）東北海区近海の暖水塊の生成と消滅

紀南沖冷水塊や Operation Cabot で観測された“Edgar”のような暖水域内への冷水塊の突出現象については割にしばしば考察されているが、冷水域内への暖水塊の突出およびその消滅過程については従来あまり詳しく考察されていない。本節では前節までの考察結果に基づいて、東北海区近海の暖水塊の生成と消滅について取りまとめる。尚ここにいう暖水塊は孤立した場合他に、前線の蛇行により袋状に突出した暖水域も含んでいる。

（A）生成

（a）黒潮前線の分岐により直接生成される場合

1950年の春先から初夏にかけて見られたように、先ず2次的黒潮前線が主黒潮前線より分岐し

始め、その分岐がますます強まると共に袋状の暖水塊 (W_1) が成長する。その後、親潮第2分枝が沖合より近海に向つて入りこみ、これと共に孤立暖水塊が黒潮水域より混合水域内へ切離される。この暖水塊は5ヶ月以上孤立したまま殆んど移動しなかつた。

1947年の初夏には2次的黒潮前線の分岐により袋状の W_1 水塊が生成されたものと推定されるが、この場合には孤立暖水塊が切離されたかどうかは判らず、また分岐の様子も詳しくは観測されなかつた。

兎に角、黒潮水域より孤立暖水塊が切離されるには、従来漠然と考えられていたような単なる前線の蛇行だけでは不十分で、黒潮前線の分岐が起きることが絶対に必要である。次に親潮第2分枝の沖合より岸に向かう入りこみが、この暖水塊の切離に大きい役割を演じている*。

(b) 第2暖水塊 (W_2) の西進・北上による場合

1948年には夏から晩秋にかけて沖合の W_2 水塊が西進・北上し、遂には W_1 水塊の位置を占めるに至つた。この水塊の移動速度を見積もるために、100m層で塩素量19.0%以上の高塩な部分の西側または北側の縁の移動状態を調べると：

7月末 (第Ⅰ期)	37°40'N,	145°40'E	N W へ 60マイル / 1ヶ月
8月末 (第Ⅲ期)	38°10'N,	144°40'E	N へ 150マイル / 1.5ヶ月
10月半ば (第Ⅳ期)	40°40'N,	144°30'E	S S W へ 60マイル / 1ヶ月
11月半ば (第Ⅴ期)	39°40'N,	144°05'E	

のように大体1ヶ月に100 マル程の移動速度を得た。

(c) 津軽暖水塊 (T) の舌状張出による場合

従来、津軽暖水塊 (T) の沖合張出しはせいぜい144°Eあたりまでと考えられていたが、1948年のように145°E 以東にまで達する場合があることは注目に値する。このような時には黒潮起源の暖水塊と誤認するような報告がしばしばあるが、先に述べたように400m層の下層水温やT-CI ダイアグラムを参考にすると、黒潮起源の水塊と区別される。

(B) 消 滅

(a) 孤立暖水塊が再びその起源となつた暖水域と連絡する場合

1950年の W_1 水塊は一旦切離されたものが秋になつて再び黒潮水域と連絡し、その大部分が黒潮水域内に吸収され、残部が周囲の冷水と混合して消滅したものと推定される。

(b) 孤立暖水塊の分裂

1949年秋の W_1 水塊は西進すると共に W_1 と W_1' の2個に分裂し、翌年3月には靛崎近海の W_1' 水塊は周囲の親潮系水と混合してその残骸だけを留めたが、金華山近海の W_1 水塊は殆んど同一の水温・塩素量を保持して残存していた。

(c) 孤立しない暖水塊の消滅

これは前線の蛇行が弱まり平滑化することに他ならない。1948年のT水塊の著しい張出しの縮小などはこれに該当するものと推定される。

以上のような暖水塊の生成・消滅の更に詳しい機構は観測が不十分のために判らないが、こ

* 親潮第1分枝の近海より沖合に向かう入りこみによつて切離が起きることも考えられるが、詳しい実例は今の所観測されていない。

のような型を幾つか把握しておくことは基礎的にも応用的にも必要なことである。

Ⅳ カツオ・ビンナガ漁場の海況

漁場がどのような水塊の所に形成されるかを帰納的に導き出すためには、観測資料が割と充実してきた最近の年度を調べた方が研究を効果的に進め易い。しかし1947～50年*の各時期の水塊配置の中には、その後あまり例のない特殊な場合も幾らか含まれ、しかも水塊配置の季節的変化を連続的に追跡できた年もあるから、本報ではこれらの年のカツオ・ビンナガ漁場の海況について考察する。

(1) カツオ主漁場の移動と水塊配置との関係

東北海区のカツオ竿釣漁業は広範囲に漁場が拡がり、漁期も半年にわたるために、漁場の海況条件を定めることは容易ではない。特に東北海区の水塊配置が複雑に変動することは、この問題の究明を一層困難なものにする。従来東北海区のカツオ漁場成立時の海況条件についての研究の中で下層の海況まで考慮したものは、観測資料が比較的が多い8月頃以外に殆んどなかった(宇田, 1940; 北野, 1953)。本報では特定の季節に限らず、カツオ漁場が季節を追ってどのような水塊を辿って移動するかを考察する。

昔からカツオは黒潮に乗って来ると言われているが、カツオ群は単に漂流物のように海流のままに機械的に運搬されるものではないだろう。若しそうであるとすれば東北海区のカツオ群の大部分は主黒潮前線に沿って常磐東方沖に移動することになるだろう。しかし黒潮前線の北の混濁水域での漁獲高が最も多いことは、カツオ群は流動のみに従って移動するのではなく、適当な環境条件にある水塊を辿って移動することを物語っているのではなからうか。

(A) 各水域の表面水温の季節的变化とカツオ漁場の移動

先ず第1に考えねばならない環境条件として表面水温があげられる。東北海区のカツオ竿釣の漁獲表面水温は、全漁期を通じて17～28℃台である(相川, 1933; 宇田, 1939; 黒田, 1955)。しかし18℃以下とか26℃以上の表面水温での漁獲量は、全漁期を通じて見ると極めて少ない。黒田(1955)の第5図により、魚群態(つきもの)の区別なしに1950～53年の4年間の各月に、90%以上の漁獲があげられる水温範囲を求めると19～26℃となる。従ってカツオ主漁場成立するための条件として、表面水温がこの範囲内にあることが必要である。

では次にこのような表面水温値を示す区域が各季節のどの水域に対応するかを調べるために、近の観測結果**に基いて各水域の表面水温を示すと、第3表のように要約される。

第3表 東北海区の各水域別の表面水温

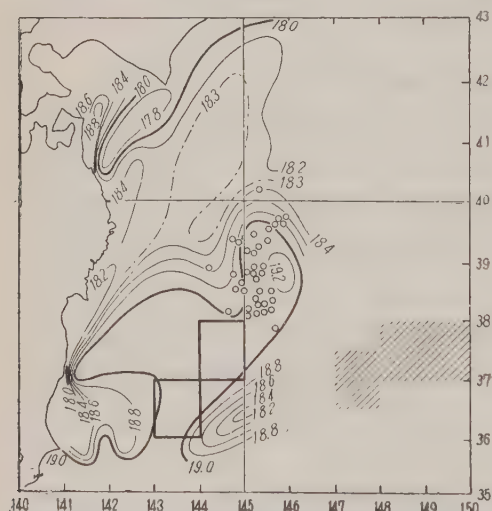
Table 3. Surface temperature (°C) in the respective sea area to the northeast of Japan (34°～43° N, 141°～150° E).

Sea Area	Kuroshio Area	Transition Area	Oyashio Area
Feb.～Mar.	19° ～ 14°	16° ～ 5°	7° ～ 0°
May	23° ～ 17°	19° ～ 10°	12° ～ 2°
Aug.	29° ～ 25°	27° ～ 20°	22° ～ 10°
Nov.	25° ～ 20°	22° ～ 13°	15° ～ 4°

上表は34°～43° N, 141°～150° Eの区域の1954～1958年の値である。

* 1946年の漁況資料は全く入手できなかったから、以後この年についての考察は行わない。
* 気象庁・海上保安庁などにより1954年以降引続いて年4回定期的に実施されている観測による。

2月・3月には 19°C 以上の表層水が東北海区に現われることは極めて少なく、大体 140°E 以西の本州南岸の最高水温帯の部分に限られている（もちろん最高水温帯の南の外側低温帯の更に南側にも 19°C 以上の表層水がある筈である）。従つてカツオ漁場もこの季節には東北海区に全く現われない。5月には東北海区の黒潮前線の南側、即ち黒潮水域の表層は殆んど 19°C 以上の水温値を示す。しかし黒潮前線より北の混合水域内で表面水温が 19°C 以上となる場合は稀にしかない。これに対応して5月の東北海区のカツオ漁場は殆んど黒潮水域内に限られている。ところが8月になると黒潮前線より南側の黒潮水域は殆んど 26°C 以上の高温な表層水により覆われるが、一方親潮前線より北側の親潮水域には大体 20°C 以下の表層水が広がっている。もちろん親潮水域内の暖水塊や親潮前線が著しく蛇行して南に向つて舌状に張出している所などの表面水温はしばしば 20°C を超える。実際にカツオ漁場も8月には混合水域内にあり、親潮水域・黒潮水域の内部に奥深く入る場合はない。更に11月には 20°C 以上の表層水は主として黒潮前線の南側まで退くが、時によつては混合水域内の暖水塊の表面水温が $19^{\circ}\sim 22^{\circ}\text{C}$ の高温値を示すことがある。カツオ漁場も11月には混合水域内で成立する場合は極めて少なく、黒潮前線の縁あたりに極く稀に出現することがある。もちろん11月には東北海区の黒潮水域には 20°C 以上の表層水が広範囲にあるが、カツオ群は表層下に沈んでしまい竿釣漁業の対象とはならない。これは表層水の冷却と対流作用により、100m 層附近まで水温は鉛直方向に殆んど変化せず、従つてカツオの適水温帯の厚さが増加するためか、或はまた別の原因によるのか今の所判らない。



第37図 1947年7月上・中旬表面等塩素量線とカツオ主漁場（枠囲み：上旬，斜線：中旬）および竿釣ビンナガ漁獲位置（○印：6日～10日）

Fig. 37. Surface chlorinity and the fishing grounds of skipjack and albacore, July 1~20, 1947.

1947年には第37図を第5図または第7図に比較すると明らかなように、7月上旬に W_1 水塊上

以上のようにカツオ漁場は東北海区では黒潮水域より混合水域にかけて季節的に移動する訳であるが、第Ⅲ節で得た水塊配置図（第5, 11, 19, 29図）および100m層水温・塩素量分布図を各時期のカツオ主漁場分布図（第37~40図）または木村（1954）の漁獲魚群分布図と比較することにより、更に詳しく漁場の移動を水塊配置に結びつけて考察してみる。尚カツオ漁場は秋季以外は一般に広範囲に分散する場合が多く、主漁場を示すのに木村（1954）の第1~7図において緯度・経度各1度柵目毎に1旬に10回以上漁獲魚群の見られた区域を以てその範囲とした*。

（B）北上期（5月～7月）の漁場

この時期は上述したようにカツオ漁場が黒潮水域より混合水域に移動する時であり、漁獲高は7月に入つて急激に増大し一年中で最高値を示す年が多い（川崎，1957b）。

* 漁獲魚群の発見回数は漁獲量に必ずしも比例しないが、主漁場を示すためには、このような方法が現在の知識では最も簡便であり、また実際のであると考えられる。

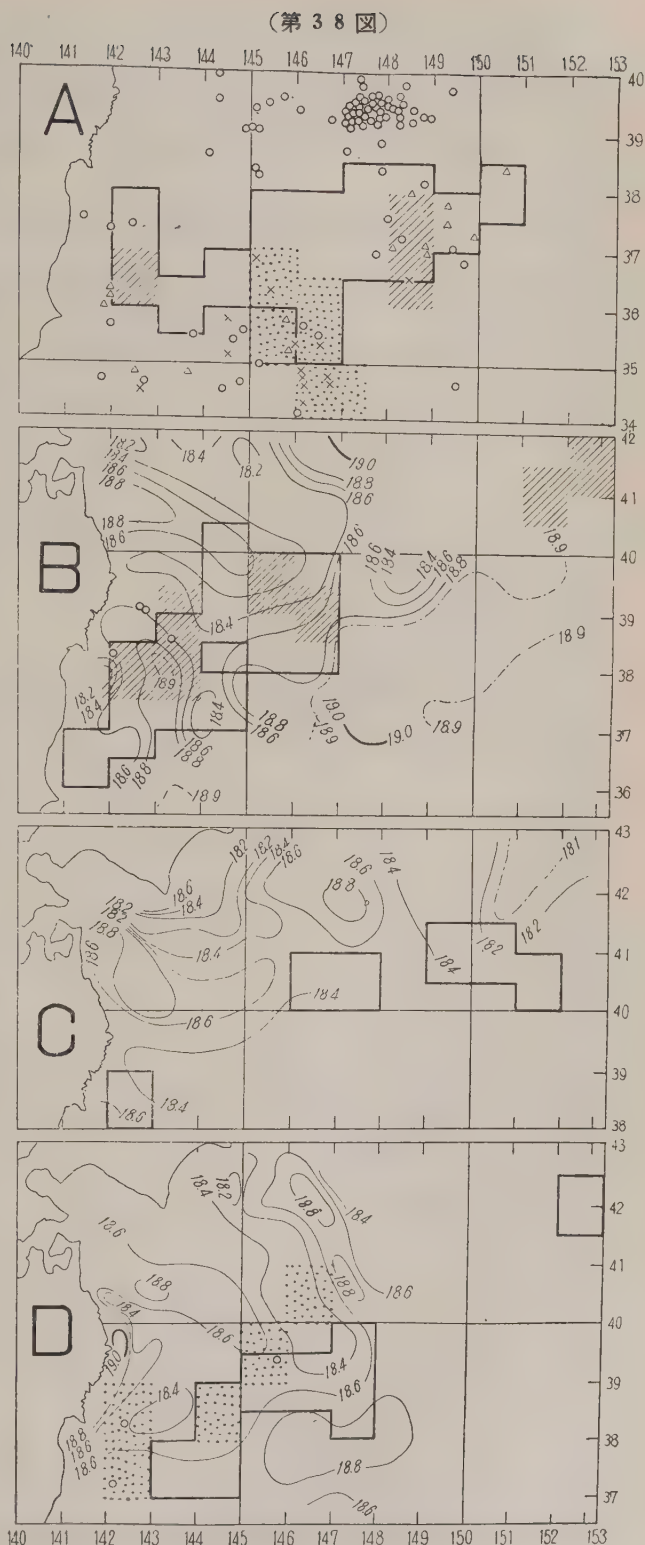
に、中旬にW₂水塊上に主漁場が
できている。しかも6月中旬には
36°~37°N, 143°~145°E附近に既
に主漁場が出現しており、6月下
旬には38°~39°N, 144°~145°Eに
主漁場が移っている(木村,1949,
1954)。この年の主黒潮前線は近
海では36°N以南にあつたと推定
されるから、既に6月にカツオ主
漁場が主黒潮前線を越えて、近海
のW₁水塊上に移っていた訳であ
る。

1948年には5月下旬に塩屋崎近
海に一寸した主漁場が出現してい
るが、未だ本格的なものではない
(木村,1954)。本格的な主漁場の
黒潮前線乗越えは6月下旬の36°
~38°N, 148°~149°E附近から始ま
った(第38図)。時期が少しずつ

第38図 1948年表面等塩素量線と
カツオ主漁場およびビンナガ漁
獲位置

Fig. 38. Surface chlorinity and
the fishing grounds of skipjack
and albacore, 1948.

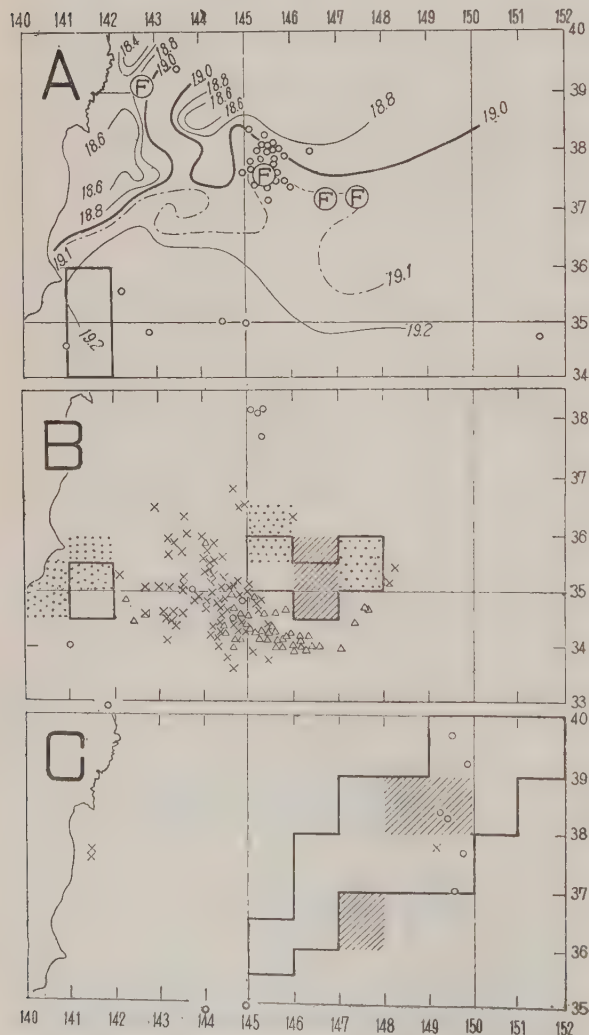
- A図 カツオ主漁場: 斜線(6月下旬),
打点(7月上旬), 枠囲み(7
月中旬)
竿釣ビンナガ漁獲位置: ○(6
月下旬), ×(7月上旬), △(7
月中旬)
- B図 表面等塩素量線: (7月24日~
8月14日)
カツオ主漁場: 枠囲み(7下月
旬), 斜線(8月上旬)
竿釣ビンナガ漁獲位置: ○(7
月下旬後半)
- C図 表面等塩素量線: (8月15日~
25日)
カツオ主漁場: 枠囲み(8月中
旬)
- D図 表面等塩素量線: (8月24日~
9月16日)
カツオ主漁場: 打点(8月下旬),
枠囲み(9月上旬)
竿釣ビンナガ漁獲位置: ○(8
月下旬・9月上旬)



るが第Ⅰ期（7月末～8月前半）の観測結果（第11, 12図）と比較すると、この漁場は親潮第2分枝の延長部が内側低温帯となつて主黒潮前線に接する個所の沖側の W_2 水塊の部分に相当する。そして7月中・下旬になつて塩屋崎・金華山近海にも主漁場が出現した（第38図A, B）。更に下旬には親潮第2分枝の先端部（親潮水域内）にも主漁場ができている（第38図B, 第11図, 第12図）。

1949年5月・6月の主漁場は殆んど黒潮前線の南に限られているが（第39図A, B）、7月上旬には $147^{\circ}E$ 以東に主漁場が現われている（第39図C）。時期が少しずれるが第Ⅱ期（5月下旬・6月上旬）の観測結果（第19, 21図）と比較すると、この漁場は親潮第2分枝の延長部が内側低温帯となつて黒潮前線に接する個所の沖側を北上した形を示している。主漁場は7月中旬には W_2 水塊上一杯に広がつた（第39図C）。近海の黒潮前線の北側では7月下旬になつて $37^{\circ}30' \sim 38^{\circ}30'N$, $143^{\circ} \sim 144^{\circ}E$ に主漁場が出現し、更に親潮第2分枝の南側および東側に7月下旬・8月上旬に直線状に主漁場が連らなつた（第39図D, 第19, 22図）。

第39図 (1)



1950年は主黒前線が著しく北偏していた年で5月には近海では $38^{\circ}N$ に達した。5月・6月の主漁場は何れも主黒潮前線の南の黒潮水域内にあつたが（第40図A, B および木村, 1954）、7月上旬になつて金華山東方の $145^{\circ}E$ 以東の沖合にも主漁場が出現した（第40図B）。これは第Ⅳ期（6月下旬・7月上旬）の観測結果（第29, 31図）から見ると、高温・高塩な暖水が一時

第39図 1949年表面等塩素量線とカツオ主漁場およびビンナガ漁獲位置

Fig. 39. Surface chlorinity and the fishing grounds of skipjack and albacore, 1949.

- A図 表面等塩素量線：5月18日～31日
カツオ主漁場：枠囲み（5月下旬）
ビンナガ漁獲位置：
○（5月26日～6月5日, 竿釣）
F（ふさ丸の曳縄・延縄試験による, 5月25日～28日）
- B図 カツオ主漁場：枠囲み（6月上旬）,
打点（6月中旬）, 斜線（6月下旬）
竿釣ビンナガ漁獲位置：○（6月6日～10日）, ×（6月中旬）, △（6月下旬）
- C図 カツオ主漁場：斜線（7月上旬）, 枠囲み（7月中旬）
竿釣ビンナガ漁獲位置：○（7月上旬）, ×（7月中旬）, 近海の2点は旋網による

第 39 図 (2)

図 表面等塩素量線：7月
17日～24日 (38°N以
南), 7月25日～8月7日
(38°N以北)

カツオ主漁場：打点 (7
月下旬), 枠囲み (8
月上旬)

ビンナガ漁獲位置：

○ (7月下旬・8月上
旬, 竿釣),
横矩形 (8月, 延縄,
数字は尾数)

図 表面等塩素量線：8月
28日～9月5日

カツオ主漁場：枠囲み
(9月上旬)

ビンナガ漁獲位置：

○ (8月21日～25日,
竿釣), 横矩形 (8月
30日・31日, 延縄, 数
字は尾数)

図 表面等塩素量線：10月
14日～27日

カツオ主漁場：枠囲み
(10月中旬)

延縄ビンナガ漁場：横矩
形 (10月, 数字は尾数)

図 表面等塩素量線：11月
7日～28日

延縄ビンナガ漁場：横矩
形 (11月, 数字は尾数)

に内側低温帯を越えて

潮水域よりW₂水塊へ

給されている個所およ

その沖側に相当し、

かもこの時期に不明瞭

内側低温帯は8月中旬

第33図) には明らかに

潮第2分枝の先端と連

していることから、

W₂水塊への黒潮系水の

給は第IV期では一時的

極めて強く、この時に

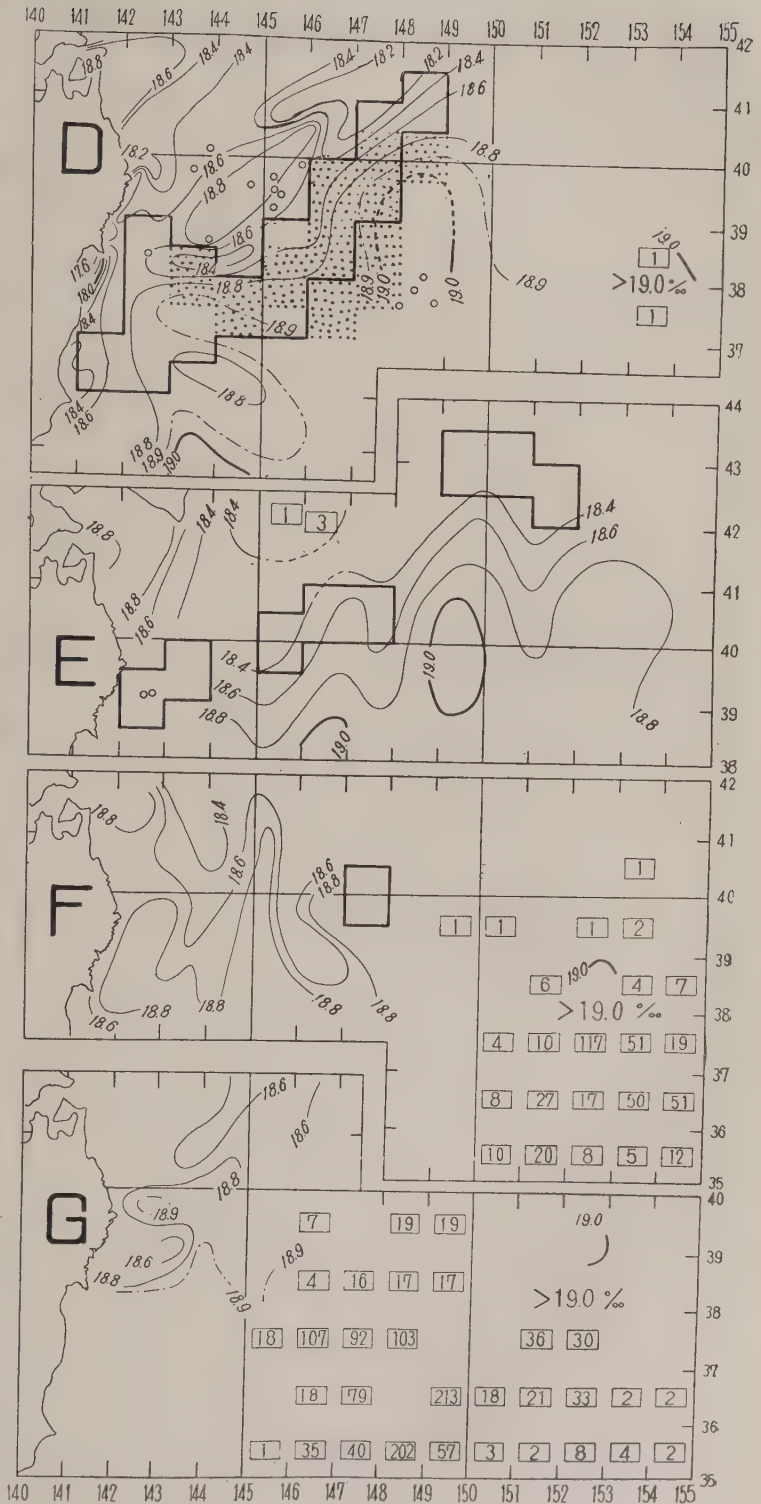
量のカツオ群が混合水

に移動したものと考え

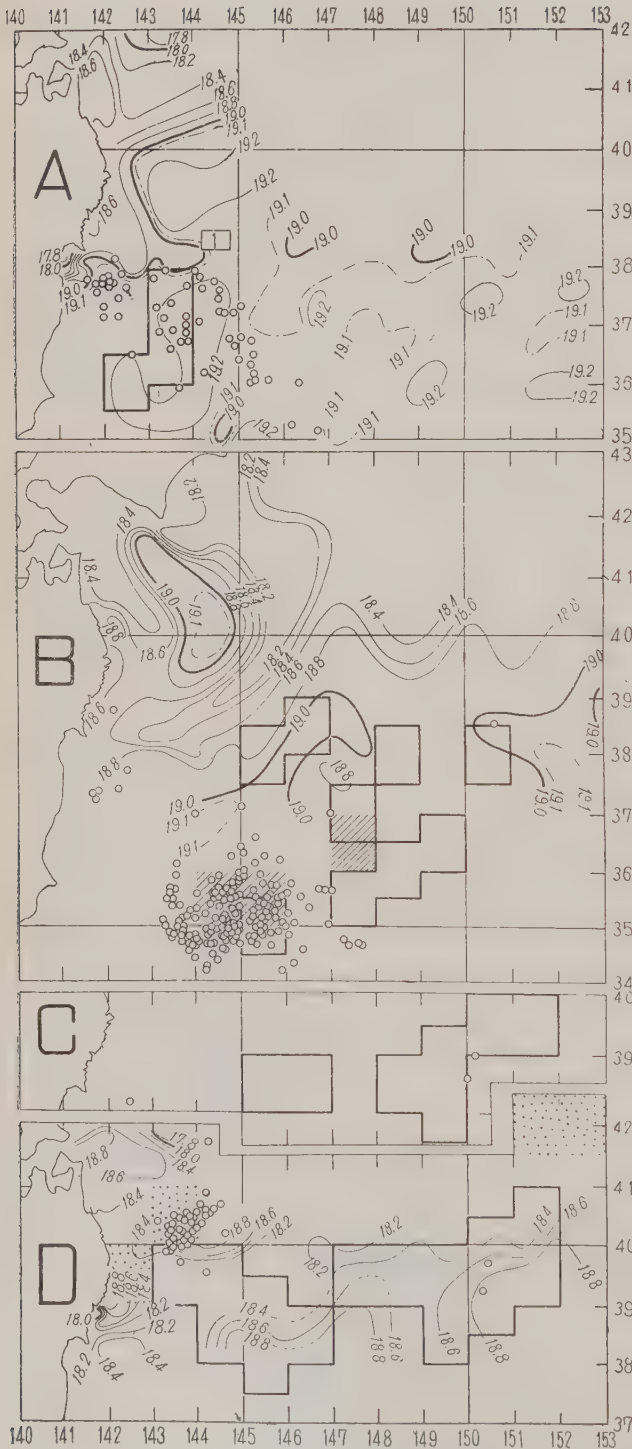
れる。また近海の主黒

前線の北側に主漁場が

見したのは7月下旬に



第40図 (1)



なつてからであり、この時の漁場は親潮前線の南側に沿つて東西に並んだ (第40図D, 第29, 32図)。

以上4ヶ年の中1947年を除いて、本格的なカツオ主漁場が主黒潮前線を越えて北側の混合水域内に移動する時期は、何れも6月下旬～7月中旬頃である。そして乗り越えの起きる場所は親潮第2分枝の延長部が主黒潮前線に接して内側低温帯となる個所 (144°～147°E) の東側に当たる。これは1951年以降最近に至るまでの各年においても同様であり、この時に表

第40図 1950年表面等塩素量線とカツオ主漁場およびビンナガ漁獲位置

Fig. 40. Surface chlorinity and the fishing grounds of skipjack and albacore, 1950.

- A図 表面等塩素量線：5月9日～30日
カツオ主漁場：枠囲み(5月下旬)
竿釣ビンナガ漁獲位置：○(5月中・下旬)、横矩形(5月、延縄、数字は尾数)
- B図 表面等塩素量線：6月20日～7月9日
カツオ主漁場：斜線(6月下旬)、枠囲み(7月上旬)
竿釣ビンナガ漁獲位置：○(6月21日～7月10日)
- C図 カツオ主漁場：枠囲み(7月中旬)
竿釣ビンナガ漁獲位置：○(7月中旬)
- D図 表面等塩素量線：7月19日～8月10日
カツオ主漁場：枠囲み(7月下旬) 打点(8月上旬)
竿釣ビンナガ漁獲位置：○(145°E以西は7月26日～8月10日、145°E以东は7月16日～25日)

第 4 0 図 (2)

表面等塩素量線：8月
12日～24日

カツオ主漁場：

枠囲み（8月中旬），打
点（8月下旬）

竿釣ビンナガ漁獲位置：
（8月11日～25日）

表面等塩素量線：8月
25日～9月12日

カツオ主漁場：

枠囲み（9月上旬）

ビンナガ漁獲位置：

○（8月26日～9月10
日，竿釣），横矩形
（9月，延縄，数字は
尾数）

表面等塩素量線：9月
16日～10月30日

カツオ主漁場：

枠囲み（9月下旬），斜線
（10月上旬）

延縄ビンナガ漁場：横矩
形（10月，数字は尾
数）

表面等塩素量線：11月
3日～25日

延縄ビンナガ漁場：横矩
形（11月，数字は尾
数）

の高温水帯が主黒潮前
を横切つて舌状に細長
北に向つて延びだして
り、この場所で黒潮前
の分岐が起きているも
と推定される（川合，19

）。このような主漁場

主黒潮前線乗越え現象

その時の海況との関係

については別に詳しく報

する予定である。更に

た上述のようなやや沖

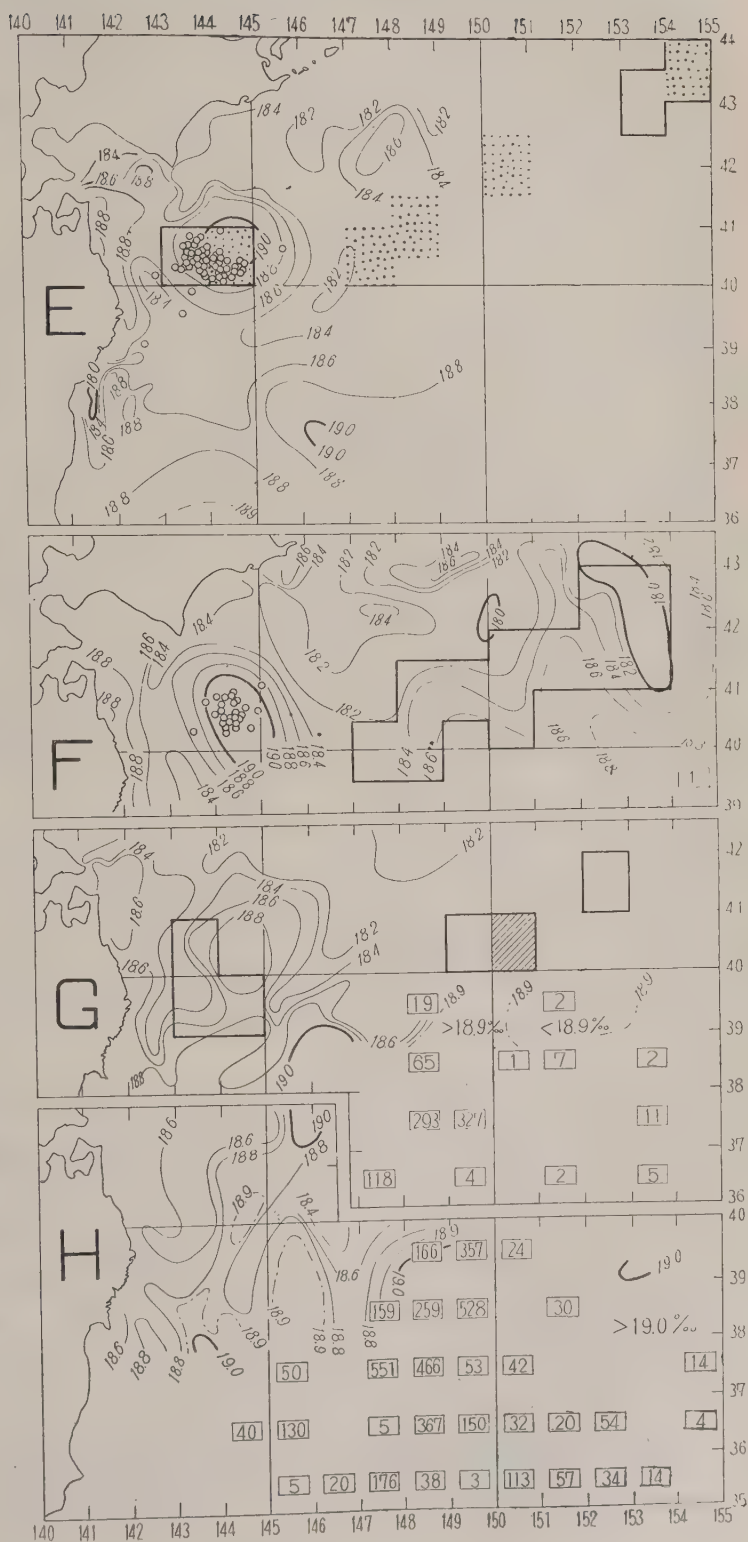
のカツオ主漁場の北上

動が起きた後の7月中

下旬頃に、近海の主黒

前線の北側に初めて本

格的なカツオ主漁場が出



現する場合が多い*。しかし1947年には上述とは全く異つた漁場移動の型を示している。これはこの年の6月・7月頃に常磐近海で大規模な黒潮前線の分岐が起き、火の玉状の W_1 水塊が発達したことによるもので異状海況と見なされる。また1942年6月・7月の表面等温線および漁場図(木村, 1949)を見ると、下層水温分布図がないために水塊配置の詳細は不明であるが、矢張り1947年と類似の現象がこの年にも起きたものと推定される。

(C) 停滞期(8月)の漁場

東北海区で $22^{\circ}\sim 24^{\circ}\text{C}$ の表面等温線が最も北偏する時期は8月下旬で、年によつては8月上旬・9月上旬になることもある(川合, 1955a)。カツオ漁場も8月に最も北偏することが多く、漁場の北進の著しい7月に比べて停滞気味となり、漁獲高も一般に7月より減少する(川崎, 1957b)。

1947年に漁場が最も北偏した時期は8月下旬であり、鯨角東方沖の $40^{\circ}\sim 41^{\circ}\text{N}$, $144^{\circ}\sim 148^{\circ}\text{E}$ 附近にまで主漁場が達した(木村, 1954)。第Ⅲ期(8月下旬)の観測は三陸近海に限られているが(第5, 9図)、この漁場は親潮前線の近傍にあると推定される。

1948年には8月上旬に金華山近海から $42^{\circ}\sim 43^{\circ}\text{N}$, $153^{\circ}\sim 154^{\circ}\text{E}$ にかけて漁場ができています(第38図B)。第Ⅰ期(7月末～8月前半)の観測結果と比べると(第11, 12図)、この漁場は親潮前線の近傍、一部は親潮水域内にある。8月中・下旬も同様である(第38図C,Dおよび第13, 14図)。

1949年8月上旬の主漁場は、塩屋崎近海から 41°N , $148^{\circ}\sim 149^{\circ}\text{E}$ にかけて直線状に並んだ(第39図D)。8月中・下旬となるにつれて近海の漁場は幾分北に移動した(木村, 1954)。第Ⅲ期(7月下旬・8月上旬)の観測結果と比べると(第19, 22図)、8月上旬の漁場は親潮第2分枝の東側および南側の親潮前線の近傍にある。しかし中旬・下旬の漁場は親潮第2分枝の上にまで覆い被さっている。

1950年7月下旬・8月上旬の主漁場(第40図D)は、第Ⅴ期(7月下旬・8月上旬)の観測結果(第29, 32図)と比較することにより、やはり親潮前線の近傍にあると見なされる。仔細に見ると近海では親潮第2分枝およびその北の鯨角沖の暖水塊(W_1)の上にまで漁場は覆い被さっている。8月中・下旬の主漁場は更に北進し、すべて 40°N 以北にあり(第40図E)、少し時期がずれるが第Ⅶ期(8月末～9月上旬)の観測結果(第29, 34図)と比較すると、近海の主漁場は W_1 水塊の南西部の親潮前線の近傍、沖合の主漁場は W_2 水塊および W_3 水塊が北に向つて舌状に張出す部分の西側の親潮前線の近傍にある。

以上各年の例から、カツオ主漁場は8月上・中・下と旬が進むにつれて僅かに北に進む場合が多いと考えられる。7月の漁場は南は黒潮前線の近傍から北は親潮前線の近傍に至る混合水域内の広範囲の部分に拡がっているのに対し、8月の漁場は殆んど親潮前線の近傍に限られ**特に親潮第2分枝の上部に表層暖水が張出している所では、漁場の一部は親潮前線を越えて親潮水域内にも入る。これは7月と8月の漁獲水温曲線を比べても(黒田, 1955)、7月より8月の方が漁獲水温が高くなるということは一般に認められなく***、これに対して表面水温の月別累年平均値(函館海洋气象台, 1958; 気象庁海洋気象部海洋課, 1958)によれば、7月の方が8月より北部

* 近海漁場が沖合漁場より遅れて出現することについては、宇田(1940)は次のように述べている。“而して漁獲の重心は近岸から次第に沖合へと移り、沖合が6月下旬から7月上旬には主漁場になる。7月半ば過ぎより金華山沖の比較的沿岸に顕著な漁場が現われる”しかし主黒潮前線に相対的な漁場位置を考えないと必ずしも沖合漁場が先に北上するとは言えない。

** 宇田(1940)は“100m層暖流水の突出部”[$10^{\circ}\sim 12^{\circ}\text{C}$]“の附近(西側に中心稍偏す)に存在する”と述べている。

*** 1953年は例外で漁獲水温曲線のモードは7月より3月にかけて $1^{\circ}\sim 2^{\circ}\text{C}$ 高温側にずれた。これは7月の漁獲水温が例年より低かつたことも一因となっている。

(38°~43°N, 154°E以西)では大体3°C以上, 南部(35°~38°N, 154°E以西)では大体2°~3°C高温となることから推測できる。

更に8月の漁場のもう一つの特徴として、川崎(1952, 1955), 木村(1954)が指適しているように、大体153°E以東の遠洋水域に、近海の同一年令群のものより餌付の良い体長の小さな魚群カツオ群が出現する年があることである。沖合の観測資料の割に多かつた1950年9月上旬の観測結果(第29, 34図)をカツオ漁獲魚群分布図(木村, 1954)と比べれば、沖合グループの漁場は親潮第3分枝(150°~151°E)の東側のW₃水塊の親潮前線寄りの所にあるが、更に充分多くの観測結果に基いて詳細に吟味する必要がある。

(D) 南下期(9月~10月)の漁場

1947年は観測資料が少ないが、1948年第Ⅲ期(第11, 14図), 1949年の第Ⅳ期(第19, 23図), 1950年第Ⅶ期(第29, 34図)の観測結果をそれぞれ各年の9月上旬のカツオ主漁場分布図(第38図D, 第39図E, 第40図F)と比べると親潮前線の周辺に主漁場が東西に連らなつていることが判る。更に木村(1954)の漁獲魚群分布図を見ると、9月の漁場は金華山近海から155°Eまたは更に160°Eまで延々と連らなり、一年中で最も細長くなる。しかし漁獲高は8月より幾分好転する年が多い(川崎, 1957)。

親潮前線は8月下旬以降次第に南下し、カツオ漁場もこれと共に南に向つて移動を開始し10月には42°N以北には殆んど漁場が成立することはない。1947年にはこの頃の観測はないが、1948年の第Ⅳ期(10月中・下旬)の観測結果(第11, 15図)を木村(1954)の漁獲魚群分布図と比べると、主漁場は10月上・中旬には39°~41°N, 144°~145°Eおよび沖合の40°~41°N, 148°~149°Eの2ヶ所にあり、前者は親潮第1分枝の東側のW₁水塊(これはW₂水塊が北西進したものである)の所に相当し、9月よりも漁場がやや北進した。次に1949年10月上旬の漁場(木村, 1954)は、少し時期がずれるが第Ⅴ期(10月中・下旬)の観測結果(第19, 24図)と比べると、親潮第1分枝および親潮第2分枝の舌状張出しの周辺の所に相当する。10月中旬には第2分枝の東側の方が主漁場となつた(第39図F)。1950年の9月下旬の主漁場(第40図G)は、第Ⅷ期(9月後半~10月末)の観測結果(第29, 35図)と比べると、親潮第1分枝のあたりおよび沖合の暖水塊の先端部附近(沖合の観測資料は少なくて詳細不明)に相当する。10月上旬には近海の漁場は消滅し沖合だけになつた。

このように10月頃の漁場は、やはり親潮前線の近傍に限られるが、9月上旬頃のように東西に延々と連らなることは珍らしく(1949年10月中旬には40°N線に沿つて150°E附近まで細長く漁場が連らなつた)、しかも殆んど150°E以西に限られ、漁獲高も減少し10月末には殆んど終漁となる。初めにも一寸述べたが、北上期に比べて南下期の漁況には不明の点が多い。

(2) ビンナガ漁場の海況

東北海区のビンナガマグロ竿釣主漁場は、多くの場合に常磐・房総東沖の黒潮水域内に形成され、5月上旬から7月上旬にかけて次第に東方に移動し終漁となる。この漁場の海況的特性は、一言に言えば、最高水温帯の南側の外側低温帯である(川合, 1955b; 川崎, 1957a)。本報で取扱つた年度では黒潮水域の観測資料が少ないから、この漁場についてはこれ以上考察を進めない。また東北海区では黒潮前線の北側にも竿釣ビンナガ主漁場が形成されることがあり、川崎(1957c)は1948年6月, 1950年8月の2例から、この漁場の海況的特性として塩素量が高い(表

面でも19.0%以上)孤立暖水塊(表面水温は17°C以上)という条件を示している。しかしこの他にも主漁場が混合水域内にできたこともあり、漁況*・海況資料も更に多く入手できたから、終戦後1950年までの各年について、この漁場の海況を調べてみる。

1947年には6月上旬より7月上旬まで143°~145°E附近にかけてビンナガ漁場が出現した(木村1949)。第Ⅱ期の観測結果と比べると(漁場附近の観測は7月上旬)、この漁場は主黒潮前線より分岐した2次的黒潮前線により取囲まれた袋状のW₁水塊上にあり(第7図)、表面塩素量は19.0%以上(第37図)、表面水温は20°C以上である。この漁場は7月中旬に殆んど終漁となった。また魚体は2~3貫のものが主群をなしていた。

1948年6月中旬後半の銚崎近海の漁場については、既に川崎(1957c)が考察した。本報では観測点が3点しかないから、水平面上の等量線を描けなかつた。漁場の中心の観測値は表面水温は18.4°C、表面塩素量は19.10%であつた。魚体は2~3貫のものがやはり主群をなしていた。

6月下旬前半には川崎(1957c)が示しているように39°~40°N、147°~148°E附近に主漁場が移つた(第38図A)。この時の下層観測資料は全くなく、時期が大分ずれるが第Ⅰ期の観測結果と比べると(漁場附近の観測は8月上旬)、W₂水塊の北部に相当した場所に漁場が形成されたと考えてよい(第12図)。この場所の表面塩素量は8月上旬では18.7~18.9%であるが、100m層の塩素量は19.0%以上であり、これは例年見られるように夏季になつて表層が低塩な海水により覆われたものと考えられる。尚この漁場程集中した漁場ではないけれども、6月下旬~7月中旬に黒潮水域内およびW₂水塊の南部にも漁場が出現している(第38図A)。また7月下旬後半になつて金華山近海に極く僅かビンナガが漁獲されている。全部サメ付群で表面水温は23°~26°C、表面塩素量は18.6~18.7%と推定され(第38図B)、金華山近海の暖水塊(W)の周辺の所に分布している(第11, 12図)。

1948年には8月以降に東北海区で竿釣ビンナガ漁場が形成されたという記録はない。

1949年のビンナガ漁況については誰も考察を行つていないからやや詳細に述べる。

まず5月下旬のふさ丸の曳縄・延縄試験の結果によれば(東北水研・千葉水試勝浦分場, 1950)25日から28日までの間にW₂水塊上で3ヶ所、W₁水塊上で1ヶ所ビンナガが漁獲された(第39図A)。同船により実施された観測結果によれば、漁獲時の海況条件は次のように要約される：

水塊	漁獲尾数	表 面		100m層	
		水温(°C)	塩素量(%)	水温(°C)	塩素量(%)
W ₂	4尾(延縄) 3尾(曳縄)	17~18	19.0~19.2	11~13	19.0~19.1
W ₁	1尾(曳縄)	14.9	18.8~19.0	10以上	18.6~19.0

ふさ丸の漁獲尾数は極めて少ないが、これと同時期の5月下旬後半に竿釣漁船が出漁し、W₁水塊上では100尾以上、W₂水塊上では5000尾以上の漁獲があつた(第4表および第39図A)。W₁水塊上での漁獲報告はその後7月下旬までないが、W₂水塊上では5月末と同一場所に6月上旬まで漁が続ぎ、一方黒潮水域内でも6月上・中・下旬にわたつて竿釣漁場が形成され、かなりの漁があつた(第39図B)。更に7月上旬から8月上旬にかけて37°~40°N、148°~150°EのW₂水塊上で、また7月下旬から8月上旬にかけて三陸近海のW₁水塊上で主として竿釣により10数回

* 竿釣ビンナガの漁況資料はすべて当所のカツオ漁況報告書(入漁漁船より直接に聞取つた調査票)による。

魚があつた（第39図C, D）。このように5月末～6月初め および7月～8月初めの2期にわたつて W_1 , W_2 水塊上で漁があつたが、この両水塊は表層はおろか100m層でも変質が見られ（第21, 22図）、漁況も変つている（第4表）。第4表には1949年の竿釣ビンナガ漁況が一括して示されてゐる。尚この年のビンナガの魚群態は鳥付群が大部分であつた。

第4表 1949年東北海区竿釣ビンナガ漁況要約

Table 4. Albacore fishing conditions in the waters to the northeast of Japan during the pole-and-line season in 1949.

時 期	表 面 水 温	表 面 塩 素 量	漁 獲 尾 数 ※	めまわり (貫)
Date	Surface temperature (°C)	Surface chlorinity (‰)	Number of albacore caught	Estimated weight at sight (Kan=3.75 kg)
On the Kuroshio Area (Mostly, in the Outer Cold Zone)				
5/26 ~ 5/31	20~21	>19.2	40	3
1/6 ~ 6/5	21~23		800	3.5
6/6 ~ 6/10	21~23		900	—
6/11 ~ 6/15	20~22		5,900	3~4
6/16 ~ 6/20	20~22		22,000	3~4
6/21 ~ 6/25	21~22		8,900	3~4
6/26 ~ 6/30	23~24		600	—
7/1 ~ 7/5	24~25		200	—
8/11 ~ 8/15	23	>18.8	100	—
On the Second Warm Water Mass (W_2)				
5/26 ~ 5/31	17~18	19.0~19.1	5,000	2~3
6/1 ~ 6/5	16~17		3,000	2~3
6/6 ~ 6/10	17~18		1,000	2~3
6/16 ~ 6/20	18		10	3
7/1 ~ 7/5	19~20		10	0.3
7/6 ~ 7/10	21~22		300	0.5~0.6
7/11 ~ 7/15	21~22		70	3
7/21 ~ 7/25	23~24	>19.1	300	—
7/26 ~ 7/31	—	>19.1	500	3~4.5
8/6 ~ 8/10	23~24		600	—
On the First Warm Water Mass (W_1)				
5/26 ~ 5/31	17.5	18.9~19.0	100	2
7/26 ~ 7/31	22~23	18.6~18.9	400	3~4
8/1 ~ 8/5	20~22	18.6~18.9	200	3~4
8/6 ~ 8/10	18~21		70	3~4
8/11 ~ 8/15	22~24		20	3~4
8/21 ~ 8/25	23~24		10	—

※ 漁況報告書（聞取り調査票）にあつた分のみの集計で、実際はこれより多い。

次に1949年の延縄によるビンナガ漁について述べると、8月には金華山はるか沖の $37^{\circ}\sim 39^{\circ}\text{N}$ $153^{\circ}\sim 154^{\circ}\text{E}$ の表面塩素量* 19.1%以上の所(W_3 水塊)および襟裳岬東方の 42°N , $145^{\circ}\sim 147^{\circ}\text{E}$ の表面塩素量* 18.5~18.6%の所(北海道沖暖水塊の充分発達せぬもの)で僅かに漁獲があつた(第39図D, E)。10月には 40°N 以南 150°E 以東の混合水域で(第39図F)、11月には更に西進して 145°E 以東の混合水域でかなりの漁があつた(第39図G)。もちろん一部の漁場は黒潮水域にも入るが秋季の東北海区の延縄によるビンナガ主漁場は混合水域にある。この漁場の海況条件は遠洋水域の観測資料が少ないためよく判らないが、表面塩素量は18.9%以上と推定される(第39図F, G)。

1950年の東北海区の竿釣ビンナガ漁は5月中・下旬の黒潮水域内で始まつた。表面塩素量は19.1%以上、場所によつては19.2%を超えている(第40図A)。この時の漁場は外側低温帯ばかりでなく最高水温帯の上にまで広がつていた(川崎, 1957a)。しかし6月上・中旬には主漁場は殆んど外側低温帯の中に入り、一部金華山近海にも漁場が出現した(川崎, 1957cの第10図)。6月下旬・7月上旬もほぼ同じ場所に漁場があり、表面塩素量は19.0%以上である(第40図B)。沖合の $38^{\circ}30'\sim 40^{\circ}\text{N}$, $150^{\circ}\sim 151^{\circ}\text{E}$ の W_3 水塊上で7月中に数回漁獲があつた(第40図B, C, D)。表面の水温・塩素量は初めは 21°C 台, 19.0%以上であつたが、終り頃では 23°C 台, 18.8%前後となつた。しかし何といつても1950年の竿釣ビンナガ漁況の特徴は鮫角沖の W_1 水塊上に8月頃主漁場が出現したことである(川崎, 1957c)。先ず7月末から8月上旬には W_1 水塊の南西部に主漁場が出現し、8月中旬にはほぼ同一場所であるが僅かに東に漁場が広がり、8月末~9月上旬には W_1 水塊の中心部に入つてしまつた(第40図D, E, F)。この時の表面塩素量は初めは18.8%前後、終りには19.0%以上となつた。またこの漁場の表面水温は $24^{\circ}\sim 27^{\circ}\text{C}$ という値でビンナガの漁獲水温としては異常に高いものであつたが、10m層水温は 20°C 前後であり通常考えられている日本近海のビンナガの漁獲表面水温に近いものであつた。

1950年秋季の延縄ビンナガ漁は1949年と同様な海況条件の混合水域内が主漁場となつてゐる(第40図G, H)。尚延縄漁場の漁獲尾数(第39図D, F, G; 第40図F, G, H)は大部分南海水研(1951)によつた。

以上の考察から、本報で取扱つた5ヶ年の中、漁況資料のない1946年以外の各年の初夏頃に混合水域内の W_1 または W_2 水塊上に、かなり集中した竿釣ビンナガ漁場が出現した。そして8月にも集中した漁場が成立したのは1950年だけで、その他の年には分散した漁場が時々みられるだけであつた。これは1950年には非常に大規模な安定した(水平方向に)高温・高塩な W_1 水塊が存在したため、黒潮系の高塩水がよく保存されたことに関係があるのだろう。

また混合水域内での漁場成立時の海況条件は、或範囲の水域に集中した漁場が発達する場合には表面塩素量は19.0%前後の高塩な値であるが、分散した漁場では必ずしも19.0%以上とは限らず、18.8%前後またはそれ以下の割に低塩な値を示す。しかし何れの漁場も暖水塊上にある。また延縄によるビンナガ漁場の海況条件も矢張り高塩という条件が満足されているものと推定されるが、釣獲率の悪い所は割に低塩である。

しかしながら以上の海況条件は日本近海または北太平洋西部のビンナガ漁場に限られ、北太平洋東部では非常に低温・低塩な所でもビンナガが漁獲されている。一例として1955年8月のビン

* 下層(100mぐらい)の塩素量も表層と同程度または幾分高塩と推定される。

第5表 北太平洋東部のビンナガ漁況と海況条件 (1955年8月)

Table 5. Albacore fishing conditions in the Eastern North Pacific, August 1955.

海 域 Sea Area	漁 法 Fishing Method	モード体長 Modal Length※	漁獲尾数 Number of Alba- core Caught	海況条件 Hydrographic Condition※※	参 考 文 献 References
South of the Aleutian Is. 44°N-48°N 175°E-155°W	Salmon Gill Net Surface Troll (Experimental)	① 51-54 cm ② 65 cm	215	T_0 : 13°-18°C T_{100} : 5°-8°C Cl_0 : 18.1-18.4‰ Cl_{100} : 18.3-18.6‰	Graham, J.J. (1957) Powell, D.E. & A.E. Peterson (1957) McGary, J.W., E.C. Jones & T.S. Austin (1956)
Off California 35°N-43°N East of 135°W	Surface Troll Longline (Experimental)	① 63 cm ② 53 cm	115	T_0 : 14°-19°C T_{100} : 8°-12°C Cl_0 : 18.1-18.7‰ Cl_{100} : 18.3-18.8‰	Graham, J.J. (1957) Scripps Institution of Oceanography (1956)
Off Northern Baja California 28°N-33°N East of 122°W	Surface Troll Longline (Experimental)	① 64cm(40.0%) ① 64cm(16.6%) ② 81cm(4.0%)	199	T_0 : 16°-21°C T_{100} : 10°-16°C Cl_0 : 18.5-18.7‰ Cl_{100} : 18.5-18.8‰	California Department Fish and Game, Marine Fisheries Branch (1956) Scripps Institution of Oceanography (1956)
Central North Pacific 39°N-40°N 179°E-180°	Longline (Commercial)	① 91-100 cm (41.5%)	101	T_0 : 23°C T_{100} : 12°-15°C Cl_0 : 18.9-19.0‰ Cl_{100} : 19.0-19.1‰	Nomura, T. et al. (1956) McGary, J.W., E.C. Jones & T.S. Austin (1956)
Central North Pacific 37°N-41°N 180°-174°W	Longline (Commercial)		378	T_0 : 20°-25°C T_{100} : 8°-15°C Cl_0 : 18.8-19.1‰ Cl_{100} : 18.8-19.1‰	Nomura, T. et al. (1956) McGary, J.W., E.C. Jones & T.S. Austin (1956)
East of Midway I. 25°N-26°N 174°W-160°W	Longline (Commercial)		54	T_0 : 24°-27°C T_{100} : 20°-22°C Cl_0 : 19.4-19.6‰ Cl_{100} : 19.5-19.6‰	Nomura, T. et al. (1956) McGary, J.W., E.C. Jones & T.S. Austin (1956)
Tropical Seas 0°-6°N 180°-157°W	Longline (Commercial)		22	T_0 : 26°-29°C	Nomura, T. et al. (1956)

※ ① : Predominant ② : Sub-predominant

※※ T_n : Temperature at n meters Cl_n : Chlorinity at n meters

ナガ漁況を第5表に要約して示したが、アリューシャン列島の南側の subarctic water の海域およびカリフォルニア州からカリフォルニア半島北部沖で、表面水温 $13^{\circ}\sim 21^{\circ}\text{C}$ 、表面塩素量 $18.1\sim 18.7\%$ の低温・低塩な所で漁獲があり、体長 $50\sim 70\text{cm}$ のビンナガがその主群を構成していた。一方、日本近海のビンナガ主漁場の表面水温は $16^{\circ}\sim 26^{\circ}\text{C}$ 、表面塩素量は $18.9\sim 19.2\%$ であり、北太平洋東部に比べ高温・高塩であるばかりでなく、主群の体長範囲も竿釣では $60\sim 90\text{cm}$ 、延縄では $60\sim 110\text{cm}$ で（須田、1955の第3図）、北太平洋東部より大型である。更に須田（1955、1956）によれば $90\sim 120\text{cm}$ の大型ビンナガが北上群と離れて亜熱帯集連線を南へ越えて行くのであり（南海水研、1954）、この海域は非常に高温・高塩である。もちろん第5表に見られるように北太平洋中央部の $39^{\circ}\sim 40^{\circ}\text{N}$ 、 $179^{\circ}\text{E}\sim 180^{\circ}$ では表面水温 23°C 、表面塩素量 $18.9\sim 19.0\%$ の所で $90\sim 100\text{cm}$ のビンナガが漁獲されている。これらのことからビンナガは年令により棲息条件を異にし、低温・低塩な漁場には若年魚が卓越し、高温・高塩な漁場には高年魚が卓越するとも推論できるかも知れないが、ビンナガの産卵が亜熱帯集連線以南の高温・高塩の所で行われるという考え（須田、1956）からすれば、幼・稚魚についてはこの推論は当てはまらない*。しかし兎も角 $50\sim 70\text{cm}$ の小型ビンナガ群は低温・低塩な環境条件の所でも棲息可能であることは結論できる。

V む す び

以上に取りまとめた各時期の100m層等温線図、等塩素量線図、水塊配置図はカツオ・ビンナガ以外の遠洋漁業の漁場の海況条件だけでなく、沿岸漁業の海況条件を論ずる際にも利用され得る。また海況予想の面から見ても、数例の水塊配置の変化の型を把握しておくことは、非常に労が多いけれども、実地に役立つ所が少なくない。

次にカツオ漁場の移動を水塊配置に結びつけて考察したが、全海区・全漁期を通じての一貫した漁場成立条件を求めることができなかった。これはカツオ群は環境の変化に対する適応性が強いために、そのような条件を求めることは困難であり、本報に示したような季節別にどのような水塊を辿って行くかを検討するような研究方法こそ、実際のカツオ漁況予報の進展に資する所が多いと考えられる。

またビンナガ漁場の海況については、日本近海と北太平洋東部とでは対照的に異なり、魚体組成も異つている。このことは一局部の海域だけでなく、全太平洋にわたつてビンナガ漁場の海況条件と魚体組成について調べてみる必要があることを示している（中村、1954）。

本稿を校閲され、不備な点を指適し批評して戴いた当所長木村喜之助博士に対し厚くお礼を申上げる。また御討議を戴いた資源部諸兄に対して厚くお礼を申上げる。

VI 要 約

（1）東北海区の1946～50年の殆んど全観測資料を用いて、前後の時期との時間的つながりを充分に考慮しながら、各時期の100m層の等温線・等塩素量線を描いた。観測網が粗雑である場

* 若しも産卵が熱帯水域の深層で行われるとすれば、低温・低塩の条件が或程度満足される訳だが、これは現在までの知識からすれば空想的である。

合には、充分に細かく張られた観測網に基いて得られた海況モデルを参考にして等量線を描いた。100m層を選んだ理由は、25m層以浅の表層水塊は季節的にかなり変質すること、また混合水域では200~500m層の大部分が中淡層により占められること、更に100m層の水塊配置は上層の海流相も模式的に表わしていることによる。

また第1報に示した東北海区の一一般的な前線・水塊の模式的分布図を更に発展させ、黒潮前線の分岐、最高水温帯の水温、親潮前線の性格、混合水域内の暖・冷水塊の配置、各水塊の範囲を示す基準となる塩素量値について説明し、水塊配置を定めるための具体的方法について述べた。

(2) 以上の方法によつて各年の各時期の水塊配置とその変動を明らかにした。各年の特徴について述べると：

1946年

主黒潮前線は4月に36°N附近にあり、例年より南偏した位置にあつた。

4月に38°N, 145°E附近に中心をもつた割に大型と推定されるW₁水塊は、9月に北上し三陸北部近海に迫つた。

表面水温は、4月には東北海区北部で低温、中部・南部で高温であつたが、9月になると三陸北部近海で高温となつた。

1947年

主黒潮前線は夏に36°N以南にあつたと推定され、南偏した位置にあつた。2次的黒潮前線の分岐が認められ、その袋状の暖水塊(W₁)上に6月上旬~7月上旬にかけてビンナガの竿釣漁場が発達した。

常磐・金華山近海に春から夏にかけて暖水塊が接岸・停滞していた。

1948年

主黒潮前線は夏に36°N附近にあり、例年より南偏した位置にあつた。金華山近海に小規模な暖水塊が夏に停滞していた。

津軽暖水塊が夏に著しく沖合まで舌状に張出し、親潮はこれを大きく迂廻してから三陸近海に迫つていたが、10月には海況一変し津軽暖水の張出しは縮小し、親潮が直接に三陸近海に迫つた。

三陸沖合にあつたW₂水塊が夏から秋にかけて西進し、その後急激に北上してW₁水塊となつた。

1949年

主黒潮前線は4月・5月・7月に37°N以南にあつた。

W₁水塊は4月・5月に39°N, 143°~144°E附近に中心をもつていたが、10月には少し沖へ移動し145°E線の中軸に細長く延びた。しかし11月には西進すると共に2個に分裂した。

夏に2次的黒潮前線の分岐が起きて10月に金華山近海に小規模な暖水塊が出現したが、11月には南に下つた。

1950年

主黒潮前線の北限は1年を通じて37°~38°Nにあり、例年より北偏した位置にあつた。

大規模なW₁水塊が5月~10月に鮫角近海に停滞し、ビンナガ漁場が形成された。しかし11月には南方の暖水と連絡し消滅しかかつた。

W_1 水塊の周辺には夏に100m層で5°C以下の親潮が広がっていたが、夏季の表面水温は全般的に著しく高温であつた。

以上の結果から東北海区近海の暖水塊の生成・消滅過程を2, 3の型に分類した。特に黒潮水域より孤立暖水塊が切離される場合には、黒潮前線の分岐が起きることが必要であることを示した。

(2) 1947~50年の東北海区のカツオ主漁場の移動を水塊配置に結びつけて考察した。

北 上 期

東北海区のカツ主漁場は5月には黒潮前線より南側に限られているが、6月下旬~7月中旬頃に主黒潮前線の北側の混合水域に移動する。このような主黒潮前線の乗越えの場所は親潮第2分枝の延長部が主黒潮前線に接して内側低温帯となる個所(144°~147°E)の東側に当る。更にまた上述のような沖合のカツオ主漁場の北上移動が起きた後の7月中・下旬頃に、近海の主黒潮前線の北側に初めて本格的なカツオ主漁場が出現する場合が多い。

停 滯 期

7月の漁場は南は黒潮前線の近傍から北は親潮前線の近傍に至る混合水域の広範囲の部分に広がっているのに対し、8月の主漁場は殆んど親潮前線の近傍に限られ、特に親潮第2分枝の上部に表層暖水が張出している所では漁場の一部は親潮水域内にも入る。

南 下 期

9月の漁場は親潮前線に沿つて金華山近海から155°Eまたは更に160°Eまで延々と連なり、一年中で最も漁場が細長くなる。親潮前線は8月下旬以降次第に南下し、カツオ漁場もこれと共に南に向つて移動を開始し10月には42°N以北には殆んど漁場が成立することはない。11月には混合水域内で漁場が成立する場合は極めて少なく、黒潮前線の縁あたりに極く稀に出現することがある。そして東北海区のカツオ竿釣漁業も大体終漁となる。南下期のカツオ漁況は北上期に比べて不明の点が多い。

(3) 1947~50年の混合水域のビンナガ漁場の海況条件について再検討し、これを北太平洋東部のビンナガ漁況と対比させた。

考察の対象となつた4ヶ年の何れの年にも混合水域内の W_1 または W_2 暖水塊上に、かなり集中した竿釣ビンナガ漁場が初夏頃に出現した。8月にも集中した漁場が成立したのは1950年だけで、その他の年には分散した漁場が時々現われるだけであつた。また混合水域内での漁場成立時の海況条件は、或範囲の水域に集中した漁場が発達する場合には表面塩素量は19.0%前後の高塩な値であるが、分散した漁場では必ずしも19.0%以上とは限らず、18.8%前後またはそれ以下の割に低塩な値を示す。また延縄によるビンナガ漁場もやはり高塩という条件が満足されているものと推定されるが、釣獲率の悪い所は割に低塩である。

しかし北太平洋東部のアリューシャン列島の南方およびカリフォルニア州からカリフォルニア半島北部沖では、表面水温13°~21°C、表面塩素量18.1~18.7%の低温・低塩な所でビンナガ漁獲され、その主群の体長は50~70cmであり(第5表)、日本近海の竿釣、延縄の場合の60~90cm、60~110cmに比べ対照的である。また亜熱帯集連線以南では90~120cmの大型のものが漁獲され非常に高温・高塩である。従つてビンナガの卓越群の体長と漁場の水温・塩素量の間には密接な

係がある。

参 考 文 献

- 相川広秋 (1933). 本土太平洋沿岸のカツオ・マグロ・サンマ漁況. 水産学会報 5 (4)
- California Dep. Fish and Game, Marine Fish. Branch (1956). *Norpac Albacore Exploration*. Terminal Island, Calif. (Mimeog. narrative report)
- Graham, J. J. (1957). Central North Pacific Albacore Surveys, May to November 1955. *U.S. Fish and Wildlife Service, Spec. Sci. Rept.—Fish*, 212
- 函館海洋气象台 (1958). 日本近海平均表面水温. 気象庁海洋報告 7 (1)
- 川合英夫 (1955a). 東北海区における極前線帯とその変動について (第1報). 東北水研報告 (4)
- 川合英夫 (1955b). 東北海区における極前線帯とその変動について (第2報). 東北水研報告 (5)
- Kawai, Hideo (1957). On the Natural Coordinate System and its Applications to the Kuroshio System. *Bull. Tohoku Reg. Fish. Res. Lab.*, (10)
- 川合英夫 (1958a). 表面等温線の描き方について. 東北研報告 (12)
- 川合英夫 (1958b). カツオ群の黒潮前線乗越え現象について. 第8回東北海区海洋調査技術連絡会 (仙台) にて講演
- 川崎健 (1952). 東北海区に来游するカツオのポピュレーションに就いて. 東北水研報告 (1)
- 川崎健 (1955). 伊豆・小笠原及び東北海区におけるカツオの移動及び成長について. 東北研報告 (4)
- 川崎健 (1957a). 日本近海の竿釣りビンナガ漁業における漁況と海況との関係について (第1報). 東北水研報告 (9)
- 川崎健 (1957b). 日本近海のカツオ竿釣り漁業における漁況の変動について (第1報). 東北水研報告 (10)
- 川崎健 (1957c). 日本近海の竿釣りビンナガ漁業における漁況と海況との関係について (第2報). 東北水研報告 (10)
- 木村喜之助 (1949). カツオ漁場図集 東京
- 木村喜之助 (1954). カツオ群の性状 (第1報). 東北水研報告 (3)
- 気象庁海洋気象部海洋課 (1958). 東北海区表面水温の月平均値. 気象庁海洋報告 7 (1)
- 北野清光 (1953). 東北海区金華山沖に於けるカツオ主漁場の成立に就いて. 東北水研報告 (2)
- 黒田隆哉 (1955). 東北海区に於けるカツオ魚類の漁獲水温に就いて. 東北水研報告 (4)
- McGary, J.W., E.C. Jones and T.S. Austin (1956). *Mid-Pacific Oceanography Part IX, Operation Norpac. U.S. Fish and Wildlife Service, Spec. Sci. Rept.—Fish*, 168
- 中村広司 (1954). 海流とマグロ漁場. 水産科学 (14)
- 南海水研 (1951). 遠洋資源部調査要報 No. 1
- 南海水研 (1954). マグロ延縄漁業平年漁況図 (1952年版). 日本鯉鯪漁業組合連合会発行
- 野村俊造他 5 名 (1955). 三崎他 4 港の水揚調査を主体とする遠洋鯪鯪漁業の考察 (昭和30年 8 月). 神奈川水試月報 (37)
- Powell, D.E. and A.E. Peterson (1957). Experimental Fishing to Determine Distribution of Salmon in the North Pacific Ocean, 1955. *U.S. Fish and Wildlife Service, Spec. Sci. Rept.—Fish*, 205
- Scripps Institution of Oceanography (1956). *Norpac Hydrographic Data*. La Jolla
- 須田明 (1955). ビンナガの研究Ⅱ. 北部太平洋で漁獲される北上期ビンナガの魚体組成. 水産学会誌 21 (5)
- 須田明 (1956). ビンナガの研究Ⅲ. 海流別にみた体長組成. 水産学会誌 21 (12)
- 東北水研 (1952). 海洋資源年報 昭和24年度海洋調査篇
- 東北水研・千葉水試勝浦分場 (1950). ふさ丸による沖合マイワシ分布調査報告 (昭和24年 5 月～8 月)
- 宇田道隆 (1936). 東北海区のカツオ漁場中心と潮境との関係. 水産学会誌 4 (6)
- 宇田道隆 (1939). カツオ漁獲水温曲線の特性に就いて. 水産学会誌 8 (4)
- 宇田道隆 (1940). カツオの漁況と海況諸因子との関係. 水産学会誌 9 (4)

カツオの餌付に関する研究[※]

第1報 東北海区のカツオの餌付と消化管との関係

東北海区水産研究所 堀 田 秀 之

東北大学農学部 狩 谷 貞 二

東北海区水産研究所 小 川 達

A STUDY ON THE "BITING" OF SKIPJACK IN THE LIVE-BAIT FISHERY

Part 1. Relation between the "biting" and the alimental canal in the Tohoku Sea Area.

By

Hideyuki HOTTA (*Tohoku Regional Fisheries Research Laboratory*)

Teiji KARIYA (*Faculty of Agriculture Tohoku University*)

Tôru OGAWA (*Tohoku Regional Fisheries Research Laboratory*)

The degree of food demand (feeding activity) to bait anchovy and lure hook are expressed as the "biting" in the skipjack live-bait fishery. The skipjack bait-boat encounters more than 100 schools during a voyage but catches are made from only a few schools among them. This cause is that "skipjack does not take to bait".

Accordingly the condition of "biting" is an important problem for the skipjack live-bait fishery.

The writers have anatomized the alimental canals collected from the schools of various "biting" condition with the results as follows:

(1) The layers of the basic tissue of the wall of the alimental canal are mucous membrane, submucous, muscularis and serous membrane. The stomach contracts and expands by the two muscular layers, longitudinal muscular layer and circular muscular layer. The wall of the stomach is thick, but sometimes becomes very thin like paper and simultaneously simple columnal epithelium located in the uppermost part within the mucous membrane also contracts and expands, resulting in the appearance and disappearance of the longitudinal plicae mucous of the stomach.

(2) The length of the stomach in vacancy is in proportion to body length and reaches 80 per cent of the length of the peritoneal cavity. In taking food, the stomach lengthens to reach the full length of the peritoneal cavity. When more food is taken, the stomach begins to expand laterally and the plicae mucous practically disappear. The stomach of skipjack does not contract just in completing digestion and there exists the "lag".

※ 東北海区水産研究所業績 第129号

(3) Although there are various conditions of "biting", the most rational view-point the fishermen is considered as depending on the classification divided into the three categories, good, bad and not. The criteria of "biting" conditions are as follows:

Actively feeding school (school good in taking to bait) Schools, reported as medium, slightly good, good and very good plus schools, caught from them in over 5 metric tons, though reported as bad.

A little actively feeding school (schools badly taking to bait) Schools, caught from them in 0.37 to 3.75 metric tons, among those reported as bad and very bad.

Little activity or not feeding school (school very badly taking to bait) Schools, caught from them in under 0.37 metric tons, among those reported as bad, very bad and not.

(4) As the contents in the alimental canal anchovy are most abundant, the stomachs of the actively feeding school (school taking goodly to bait), the appearance of the fresh bait anchovy is high and in the intestines of them that of the euphausiids and mysids is high. This means that the school taking lure is good in "biting" and that which has taken to natural prey and does not take lure is bad in "biting".

(5) Whatever condition of "biting" the schools is in, the fish with vacant stomach are caught in a high percentage. Therefore, the degree of activity of the feeding behavior (degree of appetite) first depends on the degree of hunger (physiological condition). Especially in the school good in taking to bait, the fish with complete plicae mucous of stomach and those without plicae are mixed with each other even if the stomach is in vacancy. From this a new problem is proposed that the feeding behavior in which the fish in recovering the disappeared plicae are caught as the result of being irritated by the feeding activity of the fish in complete starvation, or the social condition in which the feeding activity of the whole school is promoted by the percentage occupied by the fish with vacant stomach in the school must be considered.

目 次

緒 言

1. 資料及び材料

2. 餌 付 の 規 準

3. カツオの消化管の一般性状

3.1 胃の長さとお魚体及び食餌量との関係

3.2 胃粘膜皺襞について

3.2.1 胃粘膜皺襞の性質

3.2.2 胃粘膜皺襞の分類並びにそれと食餌量との関係

4. 消化管内容物と餌付との関係

4.1 胃内容物重量と餌付との関係

4.1.1 胃内容物の種類と餌付との関係

- 4.1.2 胃内容物の消化程度と餌付との関係
- 4.2 腸内容物重量と餌付との関係
 - 4.2.1 腸内容物種類と胃内容物種類との関係
 - 4.2.2 腸内容物種類と餌付との関係

5. 胃粘膜皺の状態と餌付との関係

6. 総 括 的 考 察

要 約

参 考 文 献

緒 言

カツオ竿釣漁業ではカツオ群を発見すると、船から之に餌イワシを撒き、カツオの餌イワシに対する摂餌行動を見て始めて、ポンプで海面に海水を撒き散らし乍ら擬餌鉤(バケ)で釣獲するのであるから、この餌イワシ並びに擬餌鉤に対する行動の有無が漁撈成立の条件になつている。この摂餌行動を「餌付」^{エツキ}という言葉で表現する。カツオ漁船は1航海中に百余群のカツオ群に遭遇し乍ら、漁獲の対象となるのは、その内僅か数群に過ぎない。即ち漁船から投げる餌イワシに対し全く摂餌行動を示さず、漁船から離れていつてしまう群というのが海中のカツオ群の殆ど総べてであり、稀に摂餌行動を示して漁獲の対象となる群によつて、カツオ竿釣漁業が支えられているのである。

カツオ群の餌付の良否即ちカツオ群の餌イワシに対する摂餌行動の有無(度合)は食慾という心理的要因、之を解析して見ると、その游泳水域に於ける物理的海洋的要因が食慾を刺激する作用になつたり、或は天然餌料の分布の多寡による空腹感の程度(生理的要因)によつて食慾が促進されたりする。ともかく餌付の有無(摂餌行動の有無)は食慾の有無と密接な関係があり、食慾の有無は胃内容物の存否(摂餌履歴)によつて、或る程度支配されることが知られている。餌付が良好で摂餌活動の活潑なカツオ群は漁船の撒水丈けで擬餌鉤でどんどん釣れるが、餌付不良な摂餌活動の緩慢な群は擬餌鉤では釣れないが、中には鉤に餌イワシをつけて、時間をかけて漁獲を継続出来るものもあるから、例え釣獲されたものでも、この様な釣れ具合の相違(餌付状態の相違)は、両者の食性等に関する生態がかたがり異つていゝものと考えられる。従つてこの様に餌付状態の異なつたカツオ群から採集された消化管を解剖し、カツオの餌付状態と消化管との関係について考察したので、ここに報告する。

本文に先だち本研究に察し終始御指導いただいた本研究所長木村先生並びに統計的取扱ひについて御教示いただいた本研究所八戸支所長浜井先生に対し厚く御礼を申し上げます。又標本採集その他に就いて積極的に御協力下さつたカツオ漁船、各県水産試験場指導船の乗組員各位及び本研究所海洋資源部各位に深謝する次第である。

1. 資 料 及 び 材 料

資料及び材料は1949年から1951年までの3ケ年間、東北海区のカツオ漁期の6月から10月に、主としてカツオ漁船に委託し、漁獲直後船上に於いて、魚体測定(体長・体重)を行い、腹を開いて採集された消化管を番号札付のホルマリン液浸漬標本とし、これに漁獲位置・餌付状態・海

・漁況等の精しい記録とを添えて送付された材料は約1500尾に達し、この消化管を解剖した。

2. 餌 付 の 規 準

カツオ群を釣り上げる場合に餌付の良好なものと不良なもの（摂餌活動の活発なものと緩慢なもの）とがある。極端に良好なものは漁船の撒水に狂乱し、擬餌鉤で釣り上げられ、一挙に満船の程の素晴らしい“餌付極良好群”もあるが、漁船から撒く餌イワシには見きもしないで、船をり越してしまつたり、殆んど漁獲のなかつた“餌付皆無群”もある。その中間的な性質をもつ餌付不良群”即ち時間を掛けて、魚群の先頭に船を廻し乍ら、或は鉤に餌イワシをつけて、辛じて若干を釣り上げるという様な魚群もある。

漁船の餌付に関する表現には、一定の基礎的な定義というものはなく、只その船の漁撈長（船）の経験による主観的な判断によつて示され、又すべてのカツオ魚群が同一の摂餌行動の度合を示すものでないから、餌付状態の分類には“極めて良好”“良好”“稍良好”“並”“稍不良”“不良”“極めて不良（ナン）”の大体7種に分かれ、その解釈・範囲といったものは漠然としてゐる。

著者は餌付状態の規準を定めるに当り、先ず数多くの漁船から集められた漁況報告から、漁業

の観念によつて分類された餌付状態と漁獲量との関係について吟

じた。即ち餌付状態の分類別、

獲量毎の出現頻度分布は第1図様に、その分布範囲は極めて広

い。勿論餌付良好群であつても、

群の密度が小さい場合や日暮の

に漁撈の継続を断念しなければ

ならない場合も多く、又1つの魚

を数隻の船で分けて漁獲する寄

りもあるので、只単に漁獲量だけ

によつて餌付状態を表現するわけ

はいかないが、その漁獲量の分

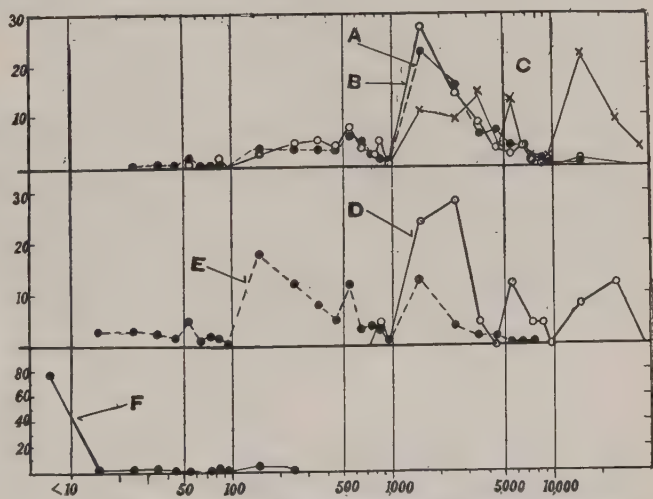
型と漁業者の観念によつた分類

基にして、餌付の“良好”“不

極不良”の3群に分けて第1表に示す様な一定の規準を設けた。さきに末広（'38）は餌付の

現法として単位時間に於ける単位釣鉤当りの釣上尾数を用いているので、第1表に示した餌付

規準と末広の方法の単位時間内の単位竿（釣鉤）数当り漁獲量との関係を検討した。



第1図 餌付の分類と漁獲量との関係

A, 良好群; B, 稍良好群; C, 並群; D, 稍不良群;
E, 不良群; F, 極不良群

“極不良”の3群に分けて第1表に示す様な一定の規準を設けた。さきに末広（'38）は餌付の現法として単位時間に於ける単位釣鉤当りの釣上尾数を用いているので、第1表に示した餌付規準と末広の方法の単位時間内の単位竿（釣鉤）数当り漁獲量との関係を検討した。

第1表 餌付状態の指示規準

餌付良好群……………	餌付並, 稍良好, 良好群と報告された群全部と不良と報告された群が1000貫以上漁獲あつた群
餌付不良群……………	餌付不良, 極不良と報告された100~1000貫漁獲あつた群
餌付極不良群……………	餌付不良, 或はナンと報告された100貫以下の漁獲群

ここで単位当り漁獲量 C は漁獲量と 使用竿 (釣鉤) 数, 漁撈時間から 1 人 (竿) 10 分間当りの
 獲量で、それは次の式で表わされる。

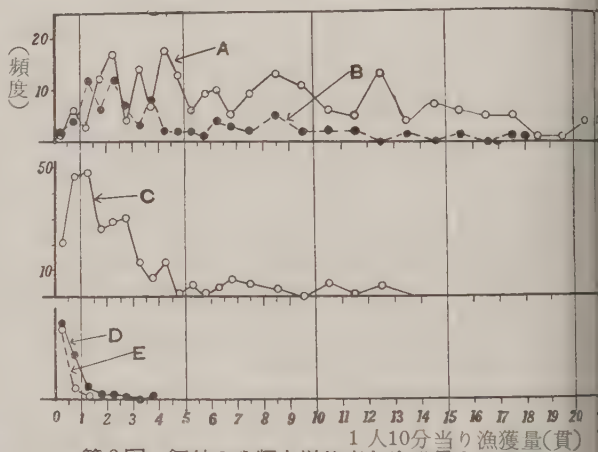
$$C = \frac{b}{t \cdot n} \times 10$$

b : 漁獲量
 t : 漁撈経過時間 (分)
 n : 所要人員 (使用竿数)

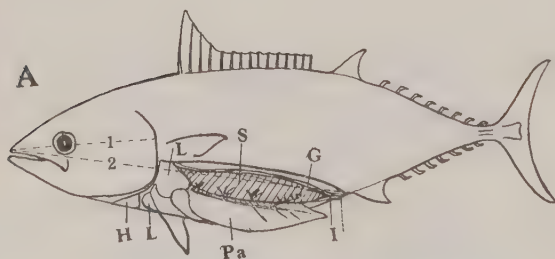
この C の値の各餌付状態別出現頻度は第 2 図に示す様に A と B , D と E は夫々同じ様な分布型を示す。この分布型から $A \cdot B$; C ; $D \cdot E$ の 3 つに分けることが出来る。従つて、この単位当り漁獲量 C の値からも第 1 表に示した分類規準で差し支えないことが判る。

3. カツオの消化管の一般的性状

カツオの消化管の形態は胃では噴門部 (cardiac region) が短くて、盲嚢部 (blind sac) は非常によく発達しており、幽門部 (pyloric region) は短いが厚壁をなして、末広 (1942) の胃型分類のト型に属する。腸は幽門部から彎曲した (ループ) 十二指腸 (duodenum) から中腸 (enteron), 直腸 (rectum) は直ぐに走っている。この腸の各部は外観から容易にクビレによつて区別することが出来る。これらの消化管を体の左側から観察すると、比較的大きな 3 葉に分かれた肝臓によつて噴門部は被われ、幽門部、十二指腸及び胃盲嚢部側面は塊状をなす多数の幽門垂によつて被われている (第 3 図 (A), (B))。



第 2 図 餌付の分類と単位当り漁獲量との関係
 A, 餌付良好, 並, 稍良好群; B, 餌付不良で 1,000 貫以上の漁獲群; C, 餌付不良で 100~1,000 貫漁獲群; D, 餌付不良で 100 貫以下漁獲群; E, 餌付極不良群



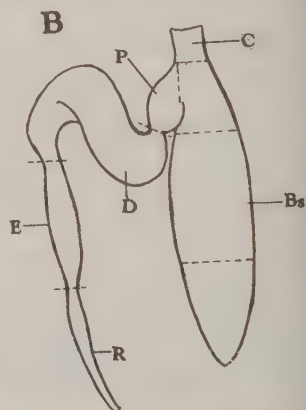
第 3 図 A カツオの内臓及び腹腔測定方法

H: 心臓, I: 腸管, G: 生殖腺, L: 肝臓, Pa: 幽門垂,

S: 胃

1: 吻端から後鰓蓋骨後縁までの長さ

2: 吻端から臀鰭起部までの長さ



第 3 図 B カツオの消化管及び胃粘膜皺襞の観察部位

C: 噴門 (Cardiac region),
 Bs: 盲嚢 (blind sac),
 D: 十二指腸 (duodenum),
 E: 中腸 (enteron),
 P: 幽門 (pyloric region),
 R: 直腸 (rectum)

3.1 胃の長さや魚体・食餌量との関係

数多くの材料をみてみると胃盲嚢部が極端に細くなつてチューブ状を呈するものから非常に膨らで嚢状をなしているものまで色々な形状がみられるが、之の原因は食餌量に依ることは明らかである。従つて食餌量によつて、魚体の大きさによつて胃の形態特に胃の長さがどの様に変化するかに就いて吟味した。先ず魚の大きさと食餌が殆んどない場合の空虚な時の噴門から盲嚢末端までの長さを胃長として、両者の係を求めると第4図を得る。魚体大きさと胃長の関係は体長の増に比例して大きくなつてゐる。それは次式で表わされる。

$$SL = 0.313 + 0.311BL$$

SL : 胃長 (空胃の時)

BL : 体長

又外形からその腹腔の長さを凡推定することも出来る。即ち後

蓋骨後縁は殆んど直線的で、その位置は噴門部と盲嚢部の境界線附近にあり、肛門は臀鰭起部くにあるから、上顎の前端から臀鰭起部までの長さから吻端から後鰓蓋骨後縁までの長さ (頭に当る) の差をもつて腹腔 (peritoneal cavity)

長さとした。空胃の場合の胃長はこの腹腔の長さの々80%を占めていることになる。次に食餌量と胃長関係についてみると、空胃の時の胃長は魚体の大きに比例して大きくなるので、食餌量も魚体の大きさよつてその変異が大きいから、魚体の大小に関りな食餌量の度合を示す為胃内容物重量の体重に対す割合を 1000 倍したもの (胃内容重量指数と呼ぶ)、内容重量指数 (f) は

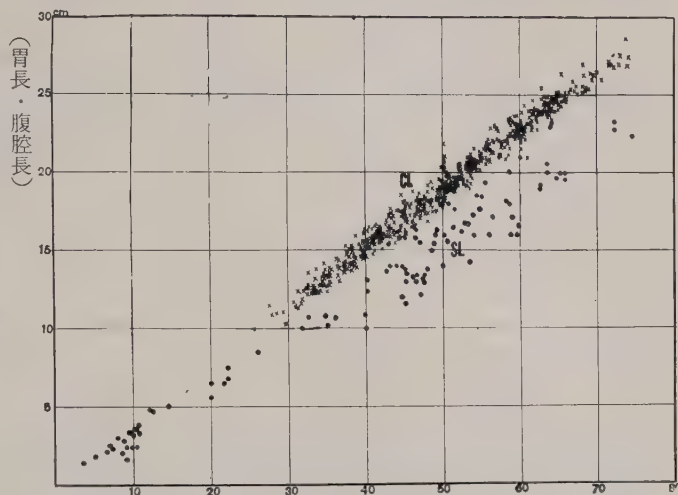
$$f = \frac{W}{W} \times 10^3 \quad \begin{matrix} W: \text{胃内容物重量} \\ W: \text{体重} \end{matrix} \quad \text{となる。}$$

日本周辺のカツオ漁場で漁獲されるカツオの体長はとして40~70cm* のものであるから、この範囲の

について胃長と食餌量との関係は第5図に示す様

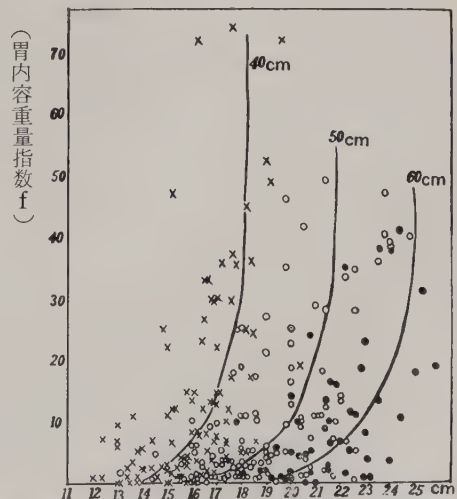
、かなりのバラツキはあるけれども、傾向としてはどの体長群も同様に胃内容重量指数10~20 (体重の1~2%) までは食餌量に伴つて胃長も伸長するが、それ以上になると胃長は略々一定

* 東北水研カツオ資源篇 (1951, 1952) による。体長は肉質部末端までの長さ。



第4図 カツオの体長と胃長・腹腔長との関係 (体長)

SL, (●) 内容物のない時の噴門から盲嚢末端までの長さ (胃長)
CL, (×) (吻端~臀鰭起部)-(吻端~後鰓蓋骨後縁) = 腹腔長



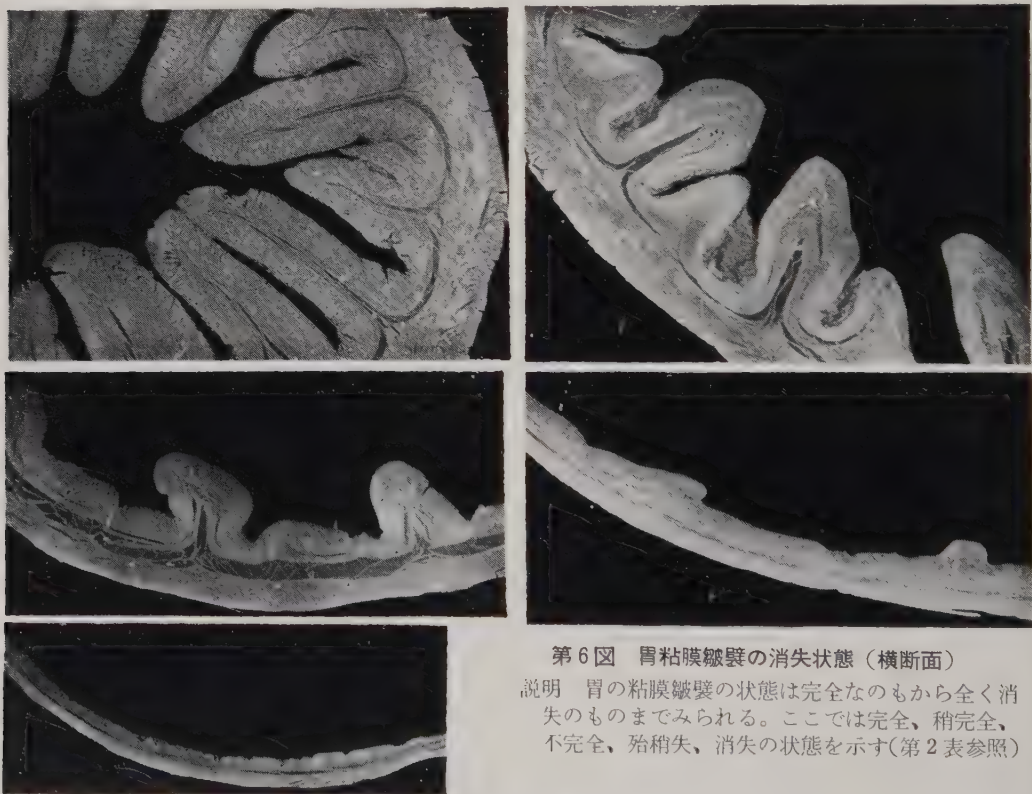
第5図 体長群毎の胃長と食餌量との関係 (胃長)

になることが判る。これは胃の伸長が腹腔によつて制限される為で、そればかりでなく縦の伸びも自然に限度がある。従つて多量に摂餌すると胃は横に膨らんで嚢状を呈する様になる。

3.2 胃粘膜皺襞について

3.2.1 粘膜皺襞の性質

カツオの消化管の壁を構成する基本組織層は、一般動物と同様に内側から粘膜(mucous membrane)、粘膜下組織(submucosa)、筋層(muscularis)及び漿膜(serous membrane)よりなり、その内最も内側にある粘膜には、餌のない場合には顕著な縦走(多少蛇行するが)する粘膜皺襞(plica mucous)がみられる。ここでは最も明瞭にみられる胃の粘膜皺襞についてその性質を述べる。それは噴門部で約10条、盲嚢部で12~21条、幽門部で約9条が観察される。この粘膜皺襞の出現・消失は、筋層の外側の縦走筋層と内側の輪走筋層との2つの部分の筋肉によつて餌をしめつけているわけで、この筋肉の働きによつて摂餌・消化に伴い胃の拡張・収縮が行われる。従つて最も内側の粘膜の表面にある円柱形の1列に並んだ粘膜上皮は胃壁の収縮の際には余つて粘膜皺襞を形成するのである。(第6図)。



第6図 胃粘膜皺襞の消失状態(横断面)

説明 胃の粘膜皺襞の状態は完全なものから全く消失のものまでみられる。ここでは完全、稍完全、不完全、殆ど消失、消失の状態を示す(第2表参照)

3.2.2 胃粘膜皺襞の分類並びにそれと食餌量との関係

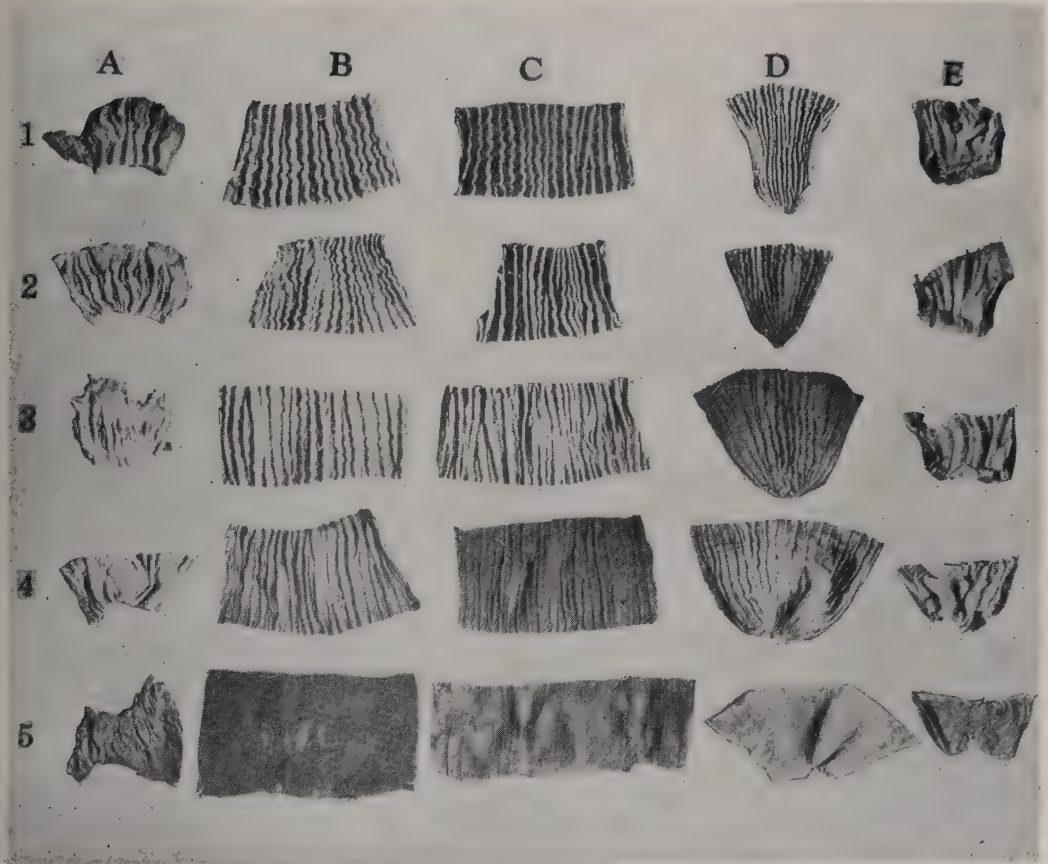
先きに末広('34, '38)は胃粘膜皺(襞)*の形状は食餌の量や捕食後の経過時間に伴つて大いに変化すると報告しており、カツオについても、胃粘膜皺が極めて完全なものから、極端な場合には胃壁は甚だ薄くなつて粘膜皺が消失してしまうものもあると述べている。従つて著者もカツ

* 便宜上以下胃粘膜皺と呼ぶ

オの胃縦走粘膜皺の状態について、噴門部、盲嚢部を上・中・下の3つに分け、之に幽門部を加えて5部位（第3図参照）に於ける、粘膜皺の状態を観察した。粘膜皺の状態は明瞭なものから全くそれが認められない状態のものまであるので、肉眼によつてその状態を第2表に示す様な5階級に区別した（第7図参照）。この階級の区分を横断面によつて観察すると、第6図の様に粘膜

第2表 胃縦走粘膜皺襞の状態の区分

粘膜皺襞の区分	階	級	説	明
	1	(完全)	粘膜皺襞は明瞭で完全な状態にある	
	2	(稍完全)	リ	は稍明瞭で稍完全である
	3	(不完全)	リ	はかなり不明瞭
	4	(殆消失)	リ	は殆んど見えない
	5	(消失)	リ	は全く見えない

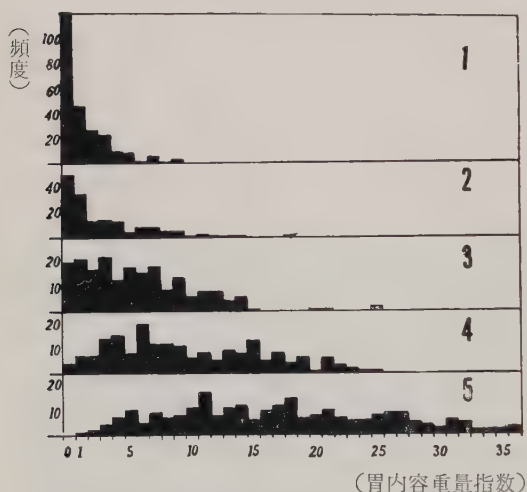


第7図 胃の部位別粘膜皺襞の状態
 説明 A～Eは胃の部位（第3図B参照）
 A, 噴門；B～D, 盲嚢上中下 E, 幽門
 1～5は粘膜皺襞の状態を示す階級（第2表参照）

上皮の突出の山が高く、密な状態から、それが次第に低くなつて疎になり、遂に粘膜上皮が平坦になつてしまうことが判り、夫々の間に形態上かなりの相違が認められる。

先ず第2表に示した粘膜皺の状態と食餌量との関係について吟味する。即ち盲嚢部中央に於ける粘膜皺の状態をもつて代表させ、それと胃内容重量指数との関係を求めた。この際前述(3.1)した様にどの大きさの魚体でも、その胃長の伸びは食餌量の増加に伴つて同じ傾向があるから、ここでは魚体の大きさに関係なしに、全部を混みにして取扱つた。粘膜皺の階級毎に食餌量によつて、その出現頻度を画くと第8図となる。この分布は各階級共にかなりの巾がある。之れは餌の偏在によつて生じる相違を或特定の一部位に依つて観察代表させたことにも原因があるが、と

もかく傾向的に食餌量が多くなるに従つて、粘膜皺の階級が大きくなつていく。粘膜皺が消失する(階級5)のが胃内容重量指数10以上である。このことは前述した様に胃長が腹腔一杯に伸びて、略々その伸びが極限に達する時の食餌量と一致している。ここで興味のあることは、粘膜皺が殆んど消失～消失(階級4～5)のものが、胃に餌が少量(胃内容重量指数4～5)にも拘らず、多く出現している点である。傾向的には餌が少なくなるに従つて(胃内容重量指数5→4→1)、粘膜皺の階級も5→4→3と低くなつていく。このことは胃の収縮状態を説明するものと解せられ、伸長時の傾向と考え併せる時、消化による胃の収縮に遅れが見られること



第8図 胃粘膜皺の階級と食餌量との関係

を意味し、屢々空胃でも殆んど腹腔一杯に伸展しているものがみられる。(第3図A)。

4. 消化管内容物と餌付との関係

消化管内容物に就いては胃・腸別にその重量を測定し(胃或は腸の全重量から内容物を除去して測定した胃或は腸重量との差)、内容物の種類の判定は胃内容物では、肉眼及び低倍率顕微鏡で識別し得るものについて調べた。腸内容物は胃に於いて粥状となつたものが送られてくるので、その種類の判定は殆んど不可能であるけれども、その色合及び触覚によつて或る程度分けることが出来る。即ちアミ類は色が赤く、軟い甲殻の残存で触つた感じがサラツトしているが、イワシ類ではその色黒く、骨骸片の為にザラザラしている、これによつて大雑把に区別した。胃内容物では更に、撒餌としてイワシ類(主にカタクチイワシ)を使用する関係上、胃内容物として出現するイワシ類が天然のものであるか或は撒餌であるかを区別しなければならないから、末広('38)に倣つて、消化程度、撒餌の調査記録と対称し乍ら、それを区別した。その消化程度を第3表に示す階梯基準によつて、その度合を表わした。

第3表 消化程度の度合の基準

		消化の状態
胃内容物の消化程度	A	完全に原形を保持（表皮も完全）しているもの
	B	殆んど原形を保持し、表皮一部又は全部剥れているもの
	C	肉付にて軽ろうじて魚類（種類）の区別稍可能なるもの
	D	骨格、頭が稍完全であるが肉付のないもの
	E	骨格は碎けており種類殆んど不明なもの
	残滓	播身状となつているもの
	粥状	粥状を呈して時に汁状を呈するもの

4.1 胃内容物重量と餌付との関係

胃内容物重量の度合を前述した胃内容重量指数で表わし、餌付状態別に胃内容重量指数の夫々の出現頻度を示すと第9図を得る。之によるとどの餌付群でも胃内容重量指数の小さいもの（空

胃のものや少量しか摂餌していないもの）が著しく多く、胃内容重量指数の大きいものは急激に減少している。この分布型を平方根変換して近似的に正規化し、その平均値（胃内容重量指数の平方根）は“良好群”で2.374, “不良群”2.501, “極不良群”2.750となり、餌付状態によつて胃内容重量指数に有意の差は認められない ($\alpha=5\%$)。

従来の研究によると、宇田（'33）は「飽食しているものと空虚なものとは餌付は良か

不良であつて、之等の両極端の間では傾向的には、胃の内容物が少ない程餌付が悪い」と述べ、又末広（'38）によると「餌を飽食しているカツオは餌付がよく、餌を食べていないカツオは餌付が悪い」と従来から云われているというのが、胃の中の餌の多少だけで、餌付状態を区別することは出来ない。

4.1.1 胃内容物の種類と餌付との関係

胃内容物としての餌料生物の種類によつて、餌付状態が異なるかどうかについて検討してみた。即ち各餌付状態別に、カツオの体重1kg当りの餌料生物の種類別重量比を表示すると第4表を得る。これを検討した結果餌料生物の種類によつて餌付状態が異なることはないが、カツオの胃内容を占める割合には有意の差があつて、どの餌付状態でもイワシ類が圧倒的に多い。

第4表 餌付状態別、餌料生物別重量比（体重1kg当り）

胃内容種類 餌付状態	イワシ	イカ	アデ	サバ	アミ	残滓	不明魚	シラス	粥汁	空虚
良好	5.87	0.52	0.005	0.26	0.17	0.37	0.35	0.42	0.11	71
不良	11.60	0.18	0.005	0.33	0.57	0.15	0.07	0.51	0.25	34
極不良	5.02	0.36	—	0.13	0.59	0.005	0.15	0.67	0.24	15

4.1.2 胃内容物の消化程度と餌付との関係

上述した様に餌付状態により餌料生物の種類には相違がみられないので、種類をこみにして第3表による消化の度合と餌付との関係についてみる。ここでイカ類の消化程度を決定することは困難であるから之は別に取り上げ、粥状態は特種な場合であるから除外して取扱つた。消化度合別にカツオ体重1kg当りの重量比を餌付状態によつて示すと第5表のようになる。これから胃内容を消化程度と餌付状態に分けて吟味した結果(第6表)、餌付状態によつて胃内容量には有意の差がないことは既に述べた通りであるが、これを消化度合による重量に分けてみると有意の差

第5表 胃内容消化程度別重量比()内は%

胃内容消化程度 餌付状態	A	B	C	D	E	残 滓	イ カ	計
良 好	0.66 (8.23)	2.38 (29.87)	1.57 (19.70)	1.51 (18.95)	0.42 (5.27)	0.91 (11.41)	0.52 (6.52)	7.93 (100%)
不 良	1.68 (12.50)	3.08 (22.92)	3.72 (27.68)	1.70 (12.65)	0.51 (3.80)	2.56 (19.05)	0.18 (1.34)	13.43 (100%)
極 不 良	0.37 (5.11)	2.18 (30.11)	2.54 (35.08)	0.51 (7.05)	0.23 (3.18)	1.05 (14.50)	0.36 (4.97)	7.24 (100%)

第6表 餌付・消化程度による分散分析

要 因	変 動	自 由 度	不 偏 分 散
餌 付	3. 2 5 6 9 3 5	3 - 1	1. 6 2 8 4 6 7
消 化 程 度	1 5. 5 2 3 7 0 0	7 - 1	2. 5 8 3 4 2 8**
誤 差	3. 0 4 1 1 4 3	6 × 2	0. 2 5 3 4 2 8
全 体	2 1. 8 2 1 7 7 8		

** 有意水準1%以下で有意

がある($\alpha=1\%$)。即ち内容物として消化程度を異にしたものが、分量を異にして存在することは明らかで、消化の度合別重量の百分率をみると餌付による差は、それ程大きいものでなく、むしろ餌付良好群では消化程度の階梯Bを最高にしてC A D-Eと漸減しているのに対し、不良群及び極不良群はCを最高にしてB-D A Eと減少している。この様に消化の度合の或る段階のものが最も多く、その前後で漸減することは、摂餌時よりの時間的経過を物語るものである。従つて最高分量の消化段階のずれは、餌付状態によつて過去の摂餌履歴から漁獲時までの時間的ずれを意味している。このことは第4表に示した魚種を消化程度別に再びみてみると、A・Bという消化の進んでいない新しい餌は、イワシ・アジ・サバで特にイワシによつてその大部分が占められ、このイワシは漁船からの撒餌である。アミ・シラス等の天然餌料は消化段階Cであつたから、第5表のC以上のものは天然餌料として、A・Bのものは撒餌として考えても大きな誤りはない。従つて餌付良好群は不良群・極不良群よりも、摂餌を始めて余り時間の経過しない群で、釣獲時には寧ろ盛んに撒餌を捕食中のものであり、之に反して不良群・極不良群では釣獲時以前に既に捕食して、或る程度胃に餌のある状態で、少量の撒餌を摂る丈けの群と考えられる。従つて先きに述べた宇田(1933)、末広(1938)の報じている様に「餌付の良いカツオは撒餌を飽食し、天然餌料を飽食しているものは餌付が悪い」ということと一致する。又餌付良好なもの

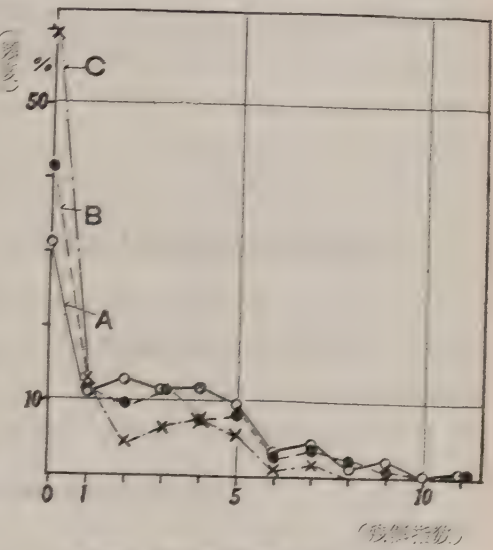
は釣獲時に盛んに捕食中なので、多量にそれを持ちつているものと、全く撒餌をとつていないものとあるが、不良群では或る程度天然餌料を胃に持ちつているものは殆んど釣獲されず、殆んど空胃のものばかり釣れるから、撒餌が天然餌料かを区別しないで胃内容量だけについてみると字面の報告と同様になる。

4.2 腸内容物重量と餌付との関係

腸内容物重量も(4.1)の胃内容物重量と同様に、体重に対する割合を1000倍したもの(残餌指数)に就いて、餌付状態別にその出現頻度を図示すると第10図で、胃内容物重量と同じく餌付状態を区別することから必要ない。

4-2-1 腸内容物種類と胃内容物種類との関係

腸内容物を十二指腸・中腸・直腸に分けて夫々内容物を吟味したが、直腸では糞として排泄されるものばかりであるから、ここではこれを取り扱わなかつた。最初に述べた様な方法で腸内容物をアミ類・イワシ類・空虛の3つに大別し、これと胃内容物の種類との相関の出現頻度を餌付状態別に表わしたものが第7表である。両者の相関には有意の差が認められなかつた。両者は時間経過に伴い、当然関連が生じてくるのであるが、標本が釣獲直後のものであつた為であらう。



第10図 餌付状態別腸内容量の分布図
A, 良好群; B, 不良群, C, 極不良群

第7表 餌付状態別の胃・腸内容物種類の相関 (出現頻度で示す)

胃内容物			イワシ	サバ	アミ	シラス	イカ	粥状	空虚	残その他	計
腸の部分	内物	餌付状態	46 14 11	— 2 2	8 11 13	13 — —	2 2 1	16 1 8	15 10 1	18 5 —	121 45 36
	アミ	良好 不良 極不良	89 79 42	7 — —	2 4 4	11 11 6	6 5 2	14 9 10	13 11 4	9 8 —	65 127 72
	イワシ	良好 不良 極不良	5 18 13	— — —	— — 9	— — —	— — 2	— — 1	10 15 6	3 — 7	18 33 34
中腸	空虛	良好 不良 極不良	46 11 12	1 3 2	10 6 13	10 — —	2 1 1	16 — 7	13 8 1	— 5 —	117 34 36
	アミ	良好 不良 極不良	71 75 39	5 — —	1 4 4	12 11 7	6 4 2	13 9 9	12 8 3	— 6 —	127 117 64
	イワシ	良好 不良 極不良	8 13 6	1 — —	— 5 1	— — —	— 2 1	— 1 4	1 6 1	5 7 —	15 34 13
直腸	空虛	良好 不良 極不良									

4.2.2 腸内容物種類と餌付との関係

腸の2つの部分の内容物種類によつて、餌付状態が異なるかどうかについて検討する。先ず十二指腸について、アミ類、イワン類、空虚の3種で餌付状態別に百分率の検定をしてみると、餌付状態によつて十二指腸内容物に有意な喰違いが認められ ($\alpha=1\%$)、それを第7表の太文字で表わしている。即ち餌付良好群は十二指腸にアミ類の甲殻類残片が多く、イワン類の骨骸片が少ないということが出来る。次に中腸では餌付状態による差はそれ程大きくないが、餌付不良群ではアミ類の残片が少ない傾向がある ($\alpha=5\%$)。従つて腸にアミ類が現われる頻度の高いカツオ群は餌付が良いことになる。換言すると、今までアミ類を摂っていたが、それが胃から腸に移った後イワンをやると餌付良好なものが多い。このことはアミ類はその大きさも小さく、餌を摂るのに数回同じ様な運動を繰返さなければならないが、船からの良質な活力のある適當のイワンを撒げた場合に、それが刺激となつて食欲が促進されて餌付良好になることも考えられる。

5. 胃粘膜皺の状態と餌付との関係

(2)で述べた様な胃粘膜皺の状態と餌付状態との関連について吟味する。即ち餌付状態別・各部位別の粘膜皺の状態毎の出現頻度を求めると第8表を得る。表から出現率を計算し、Fisherの逆正弦変換を行つて、粘膜皺の状態毎に餌付と部位との間で変量分析を行つた結果(第9表)、部位* による差は粘膜皺のどの状態でも有意で ($\alpha=1\%$) ある。このことはカツオの胃粘膜皺の状

第8表 餌付状態毎の胃の部位別・胃粘膜皺の状態の関係

良		好		(出現頻度, イタリックは出現率)					
部位 階級		噴 門		盲 囊			幽 門		
				上 部	中 部	下 部			
胃 粘 膜 皺	1	383	56.8	147	21.8	132	19.6	132	19.6
	2	79	11.7	117	17.4	116	17.2	106	15.7
	3	54	8.8	127	18.8	111	16.5	95	14.1
	4	55	8.2	116	17.2	121	17.9	127	18.8
	5	103	15.3	167	24.8	194	28.8	214	31.8
不 良									
胃 粘 膜 皺	1	270	77.7	94	27.1	82	23.6	76	21.9
	2	26	7.5	60	17.3	37	10.7	42	12.1
	3	18	5.2	78	22.4	80	23.0	57	16.4
	4	12	3.5	55	15.9	65	18.8	84	24.2
	5	21	6.1	60	17.3	83	23.9	88	25.4
極 不 良									
胃 粘 膜 皺	1	142	79.3	43	24.0	41	22.9	43	24.0
	2	23	12.9	36	20.1	31	17.3	29	16.2
	3	6	3.4	39	21.8	40	22.3	35	19.6
	4	4	2.2	39	21.8	32	17.9	38	21.2
	5	4	2.2	22	12.3	35	19.5	34	19.0

* 盲囊の上, 中, 下の3つの間では有意差が認められないので, ここで部位とは噴門部, 盲囊部, 幽門部の3部位をいう。

第9表 粘膜皺状態毎の餌付状態と部位別の変量分析表

要 因		変 動	自 由 度	不 偏 分 散
餌 部 誤	付	2,700,449.2	2	1,350,224.6**
	位	5,631,865.1	4	1,407,966.3**
	差	252,654.1	8	31,581.8
全 体		8,584,968.4		

第10表 餌付状態毎の胃の部位別・粘膜皺状態別の胃内容重量指数の分布

部位 (P)	胃粘膜の皺 階級 M	餌付状態 (B) 胃内容重量 指数 $\times$	良 好								不 良								極 不 良							
			0	1	2	3	4	5	6	平均	0	1	2	3	4	5	6	平均	0	1	2	3	4	5	6	平均
A	1		81	32	49	47	30	23	10	1.65	52	17	51	59	48	36	27	2.86	23	6	28	25	17	10	2	2.40
	2		9	10	14	14	12	2	0	2.26	2	15	3	13	8	8	3	2.88	10	3	3	3	5	1	1	1.88
	3		5	2	7	15	7	6	2	2.98	3	1	6	5	5	0	0	2.40	0	0	1	3	1	0	0	3.50
	4		7	3	17	9	8	7	0	2.57	1	1	4	3	1	0	2	2.83	0	0	0	3	0	0	0	3.00
	5		3	8	12	19	20	19	6	3.45	2	0	3	4	7	2	2	3.40	0	0	0	0	1	1	0	4.50
B	1		54	20	24	12	1	0	0	0.97	48	13	20	15	7	2	1	1.34	15	9	7	5	5	0	0	1.41
	2		34	13	17	19	4	0	1	1.43	9	14	18	15	9	2	2	2.22	6	8	12	7	3	0	0	1.81
	3		12	14	26	25	14	6	1	2.38	5	5	17	25	19	19	1	3.20	6	2	6	11	5	3	0	2.48
	4		4	7	24	27	20	10	0	2.89	1	1	10	24	18	6	4	3.42	0	0	7	9	6	3	1	3.31
	5		0	2	8	22	38	38	19	4.25	0	0	2	6	16	16	23	4.82	0	1	0	2	5	4	3	4.34
C	1		54	23	20	11	0	0	0	0.89	50	13	27	5	0	0	0	0.86	16	10	11	1	0	0	0	0.92
	2		38	18	23	7	3	0	0	1.09	8	12	9	17	1	1	0	1.87	5	5	8	6	2	0	0	1.81
	3		8	9	22	31	10	2	3	2.52	7	9	21	30	19	2	0	2.58	5	3	9	14	7	0	0	2.39
	4		3	6	24	32	23	7	1	2.95	1	1	8	22	26	16	1	3.64	0	0	4	9	5	4	1	3.52
	5		0	0	11	25	42	44	17	4.22	0	0	2	10	22	27	30	4.80	0	1	0	4	11	8	3	4.26
D	1		56	20	17	6	0	0	0	0.73	45	5	21	3	3	0	0	0.78	14	11	12	1	1	0	0	1.08
	2		31	17	17	12	4	0	0	1.27	14	10	14	12	6	0	0	1.75	7	4	7	6	2	0	0	1.69
	3		7	11	25	19	10	0	0	2.06	5	9	15	27	13	5	1	2.71	3	3	8	12	4	1	0	2.45
	4		5	6	21	31	25	10	1	3.00	2	1	13	29	27	14	7	3.59	3	2	4	11	10	3	1	3.06
	5		6	1	19	35	43	44	20	3.90	1	1	4	14	19	27	23	4.50	0	0	1	4	7	8	3	4.35
E	1		51	16	34	30	18	12	2	1.95	34	18	20	39	38	28	21	2.99	12	6	8	7	8	4	0	2.11
	2		27	19	20	17	24	10	6	2.37	11	7	14	20	12	4	5	2.62	7	6	10	14	6	3	2	2.48
	3		17	4	19	21	12	13	3	2.65	4	5	6	14	11	11	2	3.21	6	3	9	8	5	3	1	2.46
	4		5	10	7	10	9	5	2	2.65	6	2	9	7	2	1	1	2.14	1	5	4	5	3	0	0	2.22
	5		4	6	20	31	14	14	8	3.23	2	3	7	4	7	2	2	2.92	0	0	1	0	2	1	1	4.20

態が摂餌等の条件によつて変化しても、噴門、盲囊、幽門の各部位間の差は常に存在していることを意味し、それぞれの部位の機能の差が胃粘膜皺の状態の差になつていゝものと考えられる。次に粘膜皺の階級で1～4（完全～殆んど消失）では、餌付状態による差は有意でないが、粘膜皺5の階級（全く消失）のものでは餌付状態による差は有意である。即ち部位の如何に関わらず餌付の良いものは「消失」の出現率が高いということが云える。

ここで問題になることは、第8表でよく判る様に粘膜皺の階級1（完全）のものが相当高い出

現率を示している。粘膜皺の完全であることは胃が空虚なことで、このものが高い出現率を占めていることは(4.1)で既に説明した所である。この事と上述した餌付の良いものは「消失」の出現率が高いということと相反する様に考えられるが、(2.2.2)で述べた様に粘膜皺の消失は一般に胃内容量の増加によつて生ずるが、その内容物の消化によつて胃の収縮作用に遅れがみられる場合もあるから、更にこの点について胃内容重量指数によつて層化して検討する。即ち餌付状態毎に胃の部位・胃粘膜皺の階級別に胃内容重量指数の出現頻度を示すと第10表となる。この頻度分布も正規分布をしない様であるから(4.1)と同じ様に平方根変換によつて近似的に正規分布型に近づけてみると、胃粘膜皺の階級1のものは、どの部位どの餌付状態でも正規化の近似は余りよくないが、他のものでは略々近似的に正規化される。従つて餌付状態・胃粘膜皺・胃の部位の3個の要因についてそれらの平均値による胃内容重量指数(その平方根の平均)の変動を、変量分析すると第11表の結果を得る。即ち

第11表 餌付群(B), 胃粘膜皺(M), 胃の部位(P)の胃内容重量指数による変量分析表

要 因	平 方 和	自 由 度	不 偏 分 散
P	12,251.15	4	3,062.79*
M	581,343.01	4	145,335.75**
B	21,503.04	2	10,751.52**
P×M	126,599.79	16	7,912.49**
P×B	5,097.89	8	637.24
M×B	5,863.23	8	732.90
P×M×B	43,613.17	32	1,362.91
PMB	796,271.28	74	

** 有意水準1%以下で有意

* 有意水準5%以下で有意

- (1) 胃内容重量指数は胃粘膜皺の状態によつて異なる。即ち胃粘膜皺の消失の度合の大きい程胃内容重量指数は大きい。
- (2) 胃内容重量指数は餌付状態によつて異なる。即ち餌付良好群は不良群・極不良群より胃内容重量指数は小さい。
- (3) 胃の部位による粘膜皺の状態は胃内容重量指数によつて問題となる程の差を生じない。

この結果粘膜皺の状態は、摂餌量に伴つてその消失度合は大きくなる。従つて多量に摂餌して内胃容重量指数の大きい餌付不良群では胃粘膜皺の消失の度合が大きいことは当然である。一般に餌の消化に伴つて胃内容重量指数は小さくなり、粘膜皺の状態も消失から次第に回復していくのであるが、既に胃内容量と粘膜皺の関係の項で説明した様に、カツオの場合は胃の収縮に遅れがみられ、餌がなくなつても未だ暫らくは粘膜皺が消失している。餌付良好群にはこの様な回復期の状態にある胃内容重量指数の小さい粘膜皺の消失の個体の割合が多いということが判つた。このことは次の様な問題を提起する。即ちどの餌付状態の魚群でも釣獲されるものは胃内容重量指数の小さい粘膜皺の完全なものが極めて多いが、特に餌付良好群ではこの外に回復期にある魚が混在している。従つて粘膜皺の完全な魚群の索餌その他の行動によつて、その刺戟をうけて回復期にある粘膜皺消失の魚もそれにつれて釣獲されるものと考えられるから、粘膜皺完全な魚及び回復期にある粘膜皺消失の魚が魚群の中で占める割合(魚群構成割合)によつて、これらの摂餌行動が全群の行動を支配して、船のまわりの釣の場に永く足を止めたり、或はその場から離脱したりするという様な群衆行動がみられるものと思われる。

6. 総括的考察

カツオの釣獲時の状況を見ていると、その間いつでも同じ様に釣れるのではなくて、餌イワシを撒いてカツオが船の周囲に止まると同時に最初からどんどん釣れる場合もあり、又少しの間をおいてから、目まぐるしい程盛んに釣れる場合もある。この様に活潑な状態が暫くの間継続し(群の大きさによつて或は釣人の数によつてその時間は異なる)、それ以後は次第に低調となつて、遂に餌イワシを鉤につけて餌

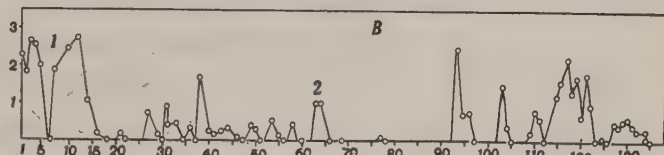
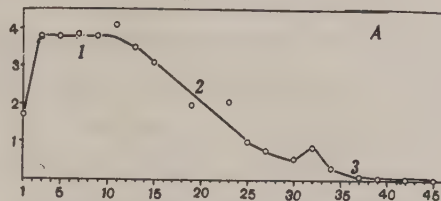
釣りして数尾を釣る状態に達して漁は終了するのが、餌付良好群の一般的な例である。(第11図A)。餌付不良群・極不良群ではカツオ群が船の周囲から離れてしまう場合が多い(船のまわりに止まっても直ぐに離れてしまう)から、常にカツオ群の先頭を押える様に群と共に船を移動して釣るので、特にまとまとまつて釣

れることなく、疎に釣れるのを蓄めるのである(第11図B)。この様な釣獲状況の相違はカツオのその時餌イワシに対する反応が異なり、それは食餌量に関連すると考えられるから、釣獲状況の変化に伴つて、餌イワシをカツオがどの様に分配して摂っているかについて調べた。'54年と'55年のカツオ漁期に茨城県水産試験場指導船茨城丸及び三重県三木浦港の第一長久丸に乗船してその関係を調査した*。

餌付良好群では、釣獲状態が略々安定している釣り始め時、低調な時、釣り終了時に分け、又餌付不良群では、ポツポツ釣れるのを、時間的に採集した。

これらのカツオの胃内容量の分布を画くと第12図A, Bを得る。餌付良好なAの場合は、胃内容物は全部撒餌で、釣獲時以前は空虚であり釣り始め時には空胃のものと或る程度撒餌を摂つたものとがみられる。釣獲成績の低下に伴い、カツオの胃中の撒餌の摂取量が増加している個体が多くなつて来ている。餌付不良なBでは空胃のものも若干はあるが、天然餌料であるシラスや撒餌でない小型のイワシを

(二人当り釣獲尾数)

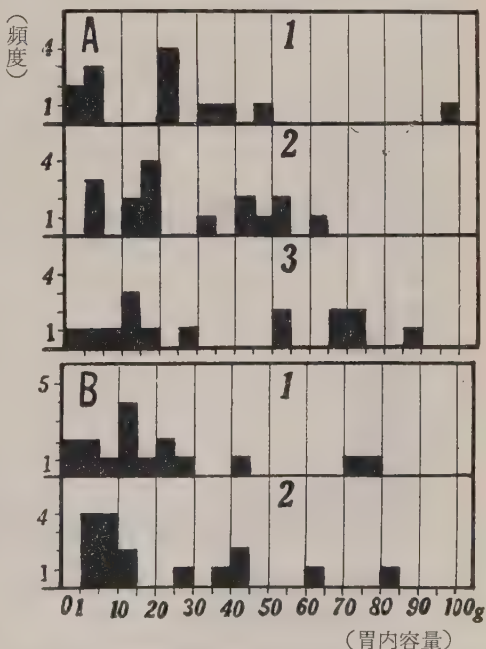


第11図 餌付状態による釣獲状況の相違 (漁撈経過時間)(分)

A, 餌付良好群 '54-VII-17, 38-22N, 147-49E, 2164尾漁獲(茨城丸)

B, 餌付不良群 '55-IX-5, 39-15N, 145-56E, 1980尾漁獲(第1長久丸)

A, Bの図中の数字は釣獲状況の変化に基づいて消化管を採集した時を示す



第12図 釣獲状況の変化に伴う胃内容量の変化

A, 餌付良好群

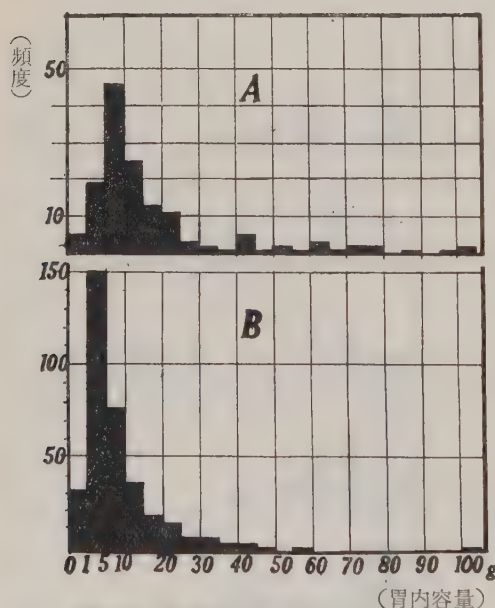
B, 餌付不良群

図中の数字は第11図の釣獲曲線の頃に採集したことを示す

* 本調査の為に当時の茨城水試井山飼養場長、大島正秀技師；三重県三木浦町長久有限会社の大門川四市氏を始め両船の乗組員各位に大変御世話になった。厚くお礼を申し上げる。

5~20g摂餌しているものが多く、これ以上の胃内容量のものでも撒餌でないことを確めた。この調査での餌付良好群の体長は43~50cm、多くは47cm台(体重2.1kg)で、後者の餌付不良群の体長は31~40cm(体重0.8kg)であつた。良好群の場合でも釣獲状況が低調になつた時や餌付不良群から釣り上げられたカツオでは胃内容量が体重の略々1~2%であつてこの程度の内容量になると、胃は腹腔一杯に伸長し、胃粘膜皺は完全に消失する(既述)。従つて胃がこの様な状態に達すると餌を要求する度合が減少するものと思われる。

(1)に述べた様にして集められた材料が著者が乗船して調査した釣獲状況のどの時期のものに対応するかは明かでないが、数多くの船からの標本であるから、色々な時期のものが混合して、略々平均的なものを示していると思われる。自然に於けるカツオ群の胃内容量がどの様な分布をするかに就いては、次の様な資料がある。近年カツオ漁期の6月~8月に東北海区でクロマグロ(Bluefin-tuna, *Thunnus thynnus*)の2艘旋網漁業が発達し、この旋網船は屢々カツオ群に遭遇してこれを漁獲する。旋網船漁場は距岸数里から100里程度で、この水域のカツオ群は殆んど餌付不良群であつて、カツオ釣漁船は之を漁獲の対象としていない。従つて旋網で漁獲されたカツオ群は全部餌付不良群と考えても大きな誤りはない。1956年、'57年の2ヶ年に亘つて、旋網漁船が漁獲したカツオの胃内容量に就いて調査し、その数も15群500尾に達した。このカツオの体重は2.0~3.0kgの範囲のものであつた。その胃内容量の分布は第13図で、分布の巾は空胃のもの



第13図 旋網船で漁獲したカツオの胃内容量の分布
A, 餌付不良と判明している群
B, 餌付の判らない群

から100g以上も多く摂餌しているものもあつたが、多くは1~5gの所に峯がみられた。カツオ釣漁船が漁獲しようとしたが餌付不良で釣れなかつた群を旋網船が旋いた場合もあり、この様に餌付状態が不良と判明している群では、胃内容量の分布の峯は5~10gの所にあり、更に多量に摂餌しているものの数も多かつた。旋網漁業では魚を取り揚げるまでに2~6時間を要するから、その間に胃内容物は消化される。小サバ(体長15cm)で飽食後4時間経過すると、胃の内容量は最初の約1/4に減少することが知られている(狩谷1956)し、又旋網による漁獲方法では魚の嘔吐現象も観察されている。従つて取り揚げ以前の胃内容量の峯は図に示したものよりも、もつと多い方にあり、大部分の魚は適度に摂餌していたものと思われる。

竿釣りの漁獲物によつて、餌付状態と消化管内容量との関係を吟味した結果、餌付良好群は空胃のものが多く、胃に餌がある場合は殆んど釣獲時

の撒餌で、釣獲時以前は空胃であつたことが判る。之に対して餌付不良群・極不良群では、消化の進んだものが相当量胃に残っているから、釣獲以前に或る程度、或は飽食状態に摂餌しており、餌イワシを見ても之に強い反態を示さないものと思われる。この点旋網の漁獲物でも一致している。しかしどの魚群でも餌付の良否に拘らず、空胃のものがかなり多く釣獲されている。こ

の結果は既に述べた様に宇田(1933)、末広(1938)の観察と一致している。結局餌付の良否は先ず第1にカツオの空腹状態(生理的条件)によつて決定される。即ち永い間餌に遭わないで絶食状態にあつたものの方が、餌の要求度合が強く、餌付が良好である。

しかし同じ空腹状態でも、胃の粘膜皺の状態によると完全なものと消失したものとがあつて、前者は永い間絶食状態のものであり、後者は摂餌後その餌が消化されて、これから胃の収縮が起る状態にある回復期のものである。餌付良好群ではこの両者の状態の魚が混在している。絶食状態の魚は餌イワシに対して活潑な反応(摂餌行動)を示すので、その刺激によつて回復期にある魚もそれにつられて釣獲されるといつた群衆行動が働くのであろう。餌付不良群・極不良群でも胃に撒餌でない天然の餌を多くもっているものもあるが、矢張り釣獲されるものは絶食状態にあつた空胃のものであるから、群としての餌付の良否は胃の空腹状態の外に他のことも考慮しなければならない。即ち群全体の中で空腹状態にあるものが占める割合である。その割合が多ければ、空胃のものの行動が全群の行動を支配して、船の周囲で盛んに撒餌を捕食し、その刺激で或る程度胃に餌があつても釣獲されたりして餌付良好群になる。之と反対に空胃のものが群の中で占める割合が少なかつたならば、船から直ぐに離れる餌付不良群となるものと考えられる。従つて群という社会的条件によつても餌付の良否が左右されることが考えられる。先きに木村(1954)はカツオ群の大きさと餌付との関係について、大群の方が餌付良好が多く、小群では良好なものは非常に珍らしい。その原因について「小群は游泳している小餌の群でも全群に餌が分配されて、差程空腹感がないので餌イワシにも余り飛び付かない」之と反対に「大群では餌が容易に全群に分配されず、常に一部の魚群が空腹感をもっているから良好な場合が多い」と説明している点は興味深い。又Katz(1932)*がニワトリの実験で外的条件に依る食慾の促進を確めた。即ち1羽のニワトリを飽食させて、餌を見向きもしない状態にして置き、そこへ空腹のニワトリを連れて来て、盛んに餌を喰べさせると今迄餌を見向きもしなかつたニワトリが又食ひ始める。空腹のニワトリの数が多い場合には少ない時よりも余計に食べるが、逆に飽食状態の数が多い時は空腹なものだけ喰べて、他のものは餌を喰べない。この様な例は他の動物でも知られている。これ等の様に空腹感という生理的条件だけでなく外的・環境的な条件(社会的条件)によつて、食慾が促進されている。

一般に長い間絶食状態にある時や栄養失調になり始めると、生理的な条件だけに左右されて、従来からの食習慣などは全く無視される場合がある。カツオでもこの様な状態に落入る事もあるのであろうか、活力のある餌イワシの代りに、タマネギの細切したものやウドンでも釣獲することが出来たという事をよく聞く。又食べにくい物は食慾を減退させるが、カツオの場合でも餌イワシの大きさによつて、餌付状態が左右されることもよく聞くことで、之も矢張り外的条件の1つとなる。

従つて今まで述べて来た様にカツオの餌付についても、カツオの生理的条件と外的或は群を通した社会的条件に依つて、その良否が起るものと考えられ、今後この点に就いて実験的にも研究を進めたい。

7. 要 約

カツオ竿釣漁業では餌イワシや擬餌鉤に対する索餌要求の度合を餌付という言葉で表現してい

* 望月衛(1955)の欲望による

る。カツオ漁船は1航海中に100余群のカツオ群に遭遇し乍ら、漁獲出来るのはその内僅か数群に過ぎない。この原因が「餌付不良」である。従つて餌付の良否はカツオ竿釣漁業にとつては重要な問題である。

著者は1949年以来色々な餌付状態のカツオ群から採集された消化管を解剖して、餌付状態との関係について吟味し、得られた結果は次の通りである。

(1) カツオの消化管の壁の基本的組織層は粘膜、粘膜下組織、筋層、漿膜よりなり、その筋層の縦走筋、輪走筋の2つの筋肉層によつて、胃の収縮・拡張が行われ、胃壁は厚い壁をなしたり時には紙の様に甚だ薄くなつてしまう。それに伴つて粘膜の表層にある粘膜上皮も収縮・伸展し、ここに胃縦走粘膜皺襞が出現したり消失したりする。

(2) カツオの空胃の時の胃の長さは魚体に比例して大きくなり、それは腹腔の約80%を占めるが、食餌量に伴つて胃長は伸びて腹腔一杯にのびる(胃内容重量指数10~20)、それ以上の摂餌になると横に膨らみ始め、この頃粘膜皺襞は完全に消失する。カツオの胃は消化が終つてもまだ収縮しない状態にあつて、遅れがみられる。

(3) 色々な餌付状態があるが漁業者の主観の上で最も合理的なものは良好・不良・極不良(ナシ)の3つの分類である。この餌付状態の分類規準は次の様である。

餌付良好群……餌付並、稍良好、良好、極良好群と報告された群と不良と報告されたが1000貫以上漁獲のあつた群

餌付不良群……餌付不良、極不良と報告された100~1000貫漁獲のあつた群

餌付極不良群……餌付不良、極不良或はナシと報告された100貫以下漁獲のあつた群

(4) カツオの消化管内容物としてはイワシ類が最も多く、餌付良好群の胃には新鮮な餌イワシの出現率が高く、腸ではアミ類の出現率が高い。餌付不良群・極不良群では消化の進んだものの出現率が高かつた。このことは撒餌をとる群は餌付良好で、天然餌料をとつていて撒餌を余りとりぬ群は餌付不良群である。

(5) どの餌付状態の群でも空胃のものが高い割合で釣獲されている。従つて摂餌行動の活潑の度合(食慾の強さ)は先ず第1に空腹の状態(生理的条件)によつて決められる。特に餌付良好群では同じ空胃であつても、胃粘膜皺襞が完全なものと消失したものとが混在しており、皺の完全な絶食状態にあつた魚の摂餌行動の刺激によつて、皺の消失した回復期にある魚も釣獲されるといつた群衆行動なり、群の中でこの様な空胃の魚が占めている割合によつて、群全体の摂餌行動が促進されるといつた社会的条件も考慮しなければならないことが新たに提起された。

参 考 文 献

- GODSIL, H.C. & BYERS, R.D. (1944) A systematic study of the Pacific tunas. Calif. Div. Fish and Game, Fish Bull., (60)
- 飯塚篤, 黒萩尚, 生田浩三, 今井辰一郎 (1954) 北海道近海産スケトウダラの天然餌料とその海域別特性について 北水研報告 (11)
- 石 沢 政 男 (1954) 組織学提要第2巻 金原出版社
- 狩 谷 貞 二 (1956) 魚の餌付に関する問題 水産増殖 4 (2)
- 木 村 喜之助 (1954) カツオ群の性状 第1報 東北水研報告 (3)
- 末 広 恭 雄 (1936) 鰹餌付不良原因調査 水試調査資料 (3)
- (1938) 鰹の餌付不良原因調査報告 水試報告 (9)
- (1942) A study on the digestive system and feeding habits of fish. Jap. Jour. Zool., 10 (1)
- 宇 田 道 隆 (1933) 鰹の魚群態と漁況 日水誌 2 (3)

日本近海のカツオ竿釣漁業における漁況の変動について※

第 3 報

川 崎 健・永 沼 璋

ON THE FLUCTUATION OF THE FISHERIES CONDITIONS IN THE LIVE-BAIT FISHERY OF SKIPJACK IN WATERS ADJACENT TO JAPAN. III

By

Tsuyoshi KAWASAKI and Akira NAGANUMA

The authors examined the relation between the fishing ground formation of skipjack and the oceanographical condition in the Tohoku Area in August, using the data obtained during the period from 1955 to 1956. The results obtained are:

1. The fishing ground is formed in the area where the cold water of the Oyashio Current forces up the warm water of Kuroshio source to the sea surface.
2. The fishing ground is formed within the contact zone of cold and warm water, which is situated along the west side of the bag-like sea area encircled by the Oyashio water flowing to the west, south, and to the east.
3. The fishing ground is not formed in the area occupied by the isolated warm water mass.

1. ま え が き

第2報において西南海区および紀南海区のカツオ漁場成立条件と海況との関係について検討を加えたので、本報告では東北海区のカツオ漁場成立条件について吟味する。

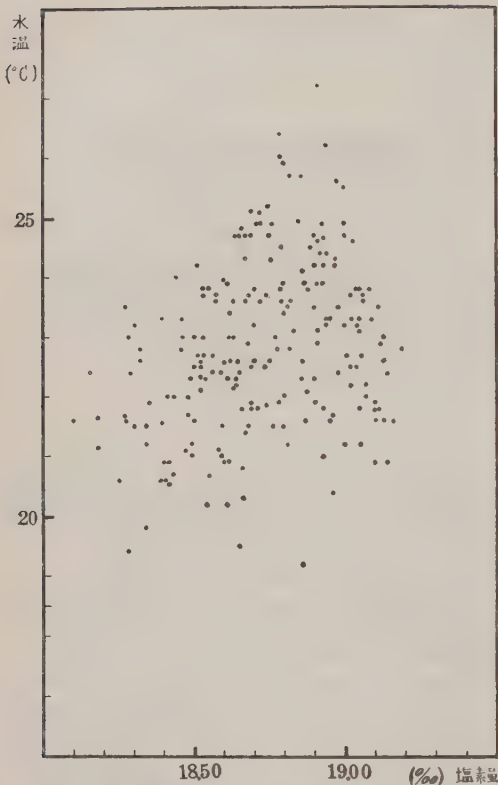
東北海区のカツオ竿釣漁業は5月・6月頃野島崎東方水域で始まり、黒潮勢力の増大と共に次第に北方に移動し、7月上・中旬に黒潮前線を越えて“混合水域”とも称せられる三陸沖合が漁場となり、親潮勢力が強まつて表層が全く冷水におもわれてしまう10月下旬まで三陸沖の漁業が行われる。

漁場の表面水温についてみると、宇田¹⁾・黒田²⁾の報告に見られるように17°~28°C、表面塩素量は18.20~19.20%の広い範囲にあり(第1図)、ビンナガの場合とは著しく相違し、E. P. ODU M³⁾のいう耐忍範囲の広い魚種である事が判る。各年の主漁場の位置は、年によつてかなりの相違があり、極端な時には東経150°以西の水域に形成されずに、東経150°以東の沖合水域に形成されるような場合がある。

このような主漁場分布の相違は、極前線帯特有の複雑な海況に基因するものと考えられる。

従つて、東北海区の全般的な海洋構造を十分に検討しなければ、カツオ漁場の成立条件を明らかにすることは出来ない。

Ⅱ 各年の漁場水域の海況について



第1図 昭和25年～30年の7・8・9月のカツオ漁場表面水温と塩素量との関係。

はそういう観測資料が甚だ少ない。従つて本報告では差当つて資料の豊富な8月について漁況と海況との関係を考察し、その他の時期については別の機会にゆずりたいと思う。

使用した資料は、漁場位置・漁獲量・漁獲水温に関するものは農林省水産試験場木村研究室および東北海区水産研究所海洋資源部員が焼津・清水・塩釜・石巻・女川・気仙沼の各港で入港船より聞き取り調査によつて集めたものである。海況に関するものについては、東北海区水産研究所・気象庁・海上保安庁・各県水産試験場が8月に実施した海洋観測資料で筆者の集め得たものはすべて使用した。

尚東経150° 以東の沖合漁場については、観測資料が不充分であるために今回は検討する事が出来なかつた。

Ⅱ・1 昭和25年8月のカツオ主漁場

この時の主漁場は、42°～44°N, 153°～158°Eの沖合水域に形成され、153°E以西の近海には形成されなかつた。

この時期の海況について検討して見ると、先ず表面水温は、例年に比べて全般的に著しく高温で、水温25°Cの水帯は41°N線に達している(第2図A)。

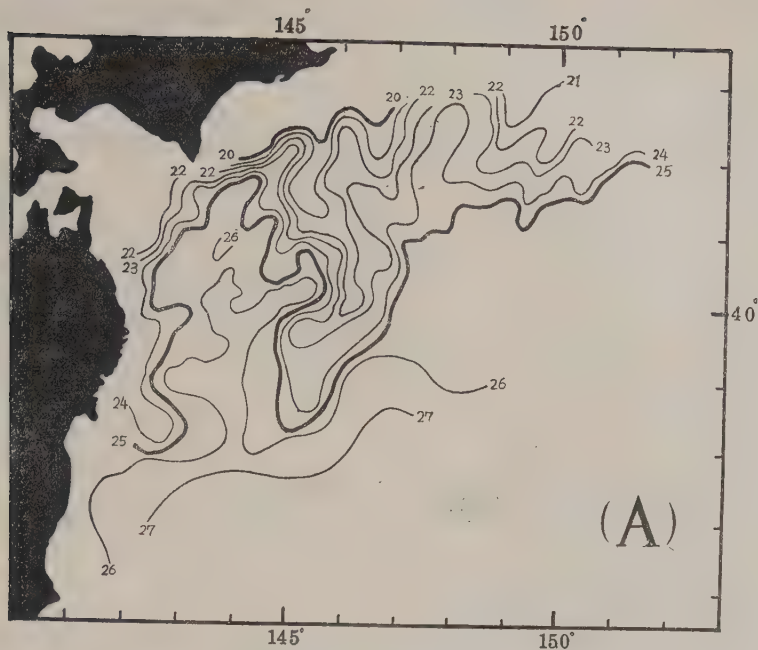
次に100m層等温線図(第2図B)を見ると、黒潮前線は37°～38°Nの間に見られ、鮫角沖には庄司⁶⁾ および川合⁷⁾ が指摘しているように黒潮水域から親潮第2分枝によつて切り出された大規模な孤立暖水塊が形成されている(中心部では水温15°C以上、塩素量19.10%以上)。

東北海区のカツオ主漁場形成条件と海況と関係については、かなり多くの報告がみられ、特に宇田⁴⁾ は、盛夏のカツオ漁場は水温20°～24°Cの適水帯内の22°C線を中心に、同線の最も北方に進出して寒流系水との間に顕著な潮境を示す区域に於て暖水帯の先端および其の西側の区域に偏在する傾向があると述べている。又北野⁵⁾ は金華山東方および釧路南線の観測資料を用いて鉛直的な関係を調べた結果、表層暖水の北方に延びる部分の先端と上昇冷水塊の移動消長がカツオ主漁場形成に重大な関連性をもつと述べている。

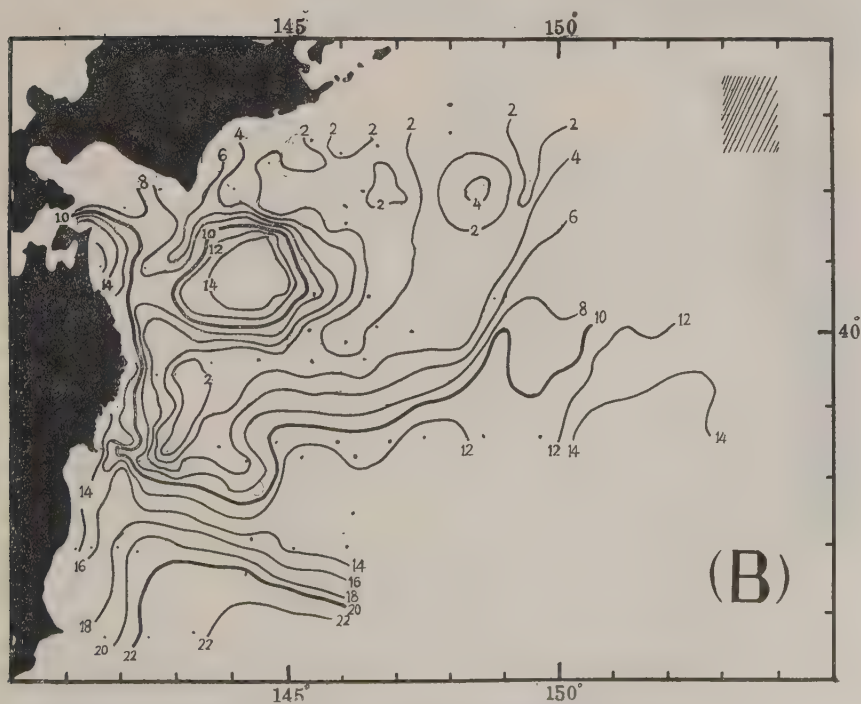
筆者は前記の諸説を参考にしながら、以下各年のカツオ主漁場がどのような海況条件のもとに形成されているか解析していく。

東北海区に於てはカツオ漁期である7月～10月の内かなり以前から毎年8月にはかなり広範囲の海洋観測が行われて来たが、その他の月には

第2図 昭和25年8月



(A) 中旬前半の表面等温線。



(B) 8月1日~31日の100m層等温線。斜線を引いた部分は総漁獲量1,000貫以上の桁目である。

この完全に黒潮水域から分離した孤立暖水塊については、川崎⁸⁾ が詳しく検討を加え、黒潮前線の北側に出来るビンナガ漁場と密接な関係があると述べている。

カツオ漁場形成との関係について吟味して見ると、7月下旬よりこの暖水塊内において漁獲が始まり、その後8月一杯漁獲が行われていたがいずれもビンナガと混獲された程度で、カツオ主漁場としては形成されなかつた。この事は孤立暖水塊はカツオ主漁場形成にとつては不適當であることを意味しているものと考えられる。その主な理由としては、市栄⁹⁾・川崎⁸⁾ が、この場合のように完全に黒潮水域より分離した渦は、主流から時々表層でエネルギーの輸送が行われる程度であると述べていることから判るように、孤立した暖水塊へは魚群の補給が行われないためであろう。又暖水塊内の魚群については、渦が分離する際にビンナガと共に運ばれた魚群か、もしくは6月・7月頃に暖水が補給されていた場合に移動した魚群であると考えられる。

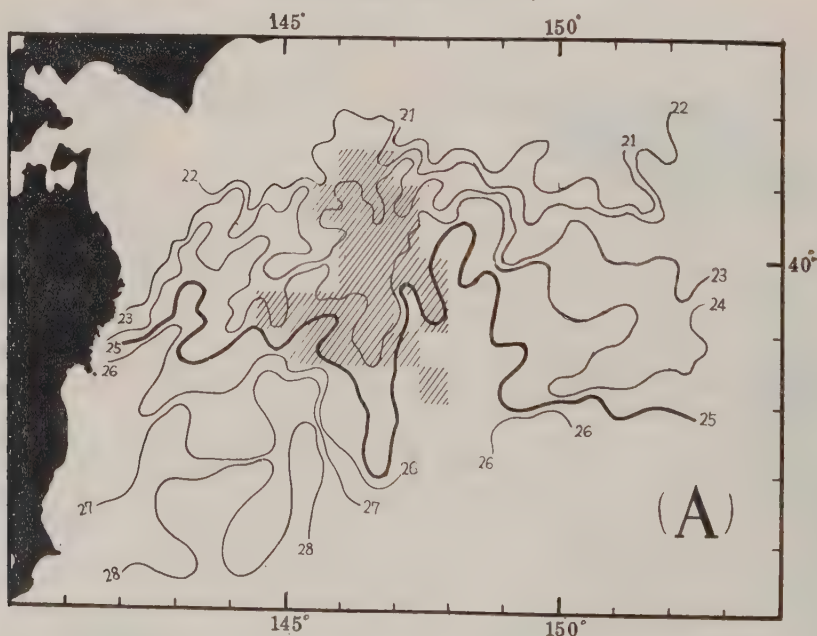
更に暖水塊の周辺部から沖側一帯について見ると、表層では黒潮系の高温水が薄く張り出しており、カツオ主漁場形成条件としては満足されているが、第2図Bを見ても明らかなように、全体的な海況は極く単調な形を示しているために、主漁場は形成されなかつた。

このようにカツオ主漁場形成条件としては、絶対的な水温および塩素量よりも、むしろ全体的な海況に大きく左右される事が判る。

Ⅱ・2 昭和26年8月のカツオ主漁場

漁場は $39^{\circ}\sim 42^{\circ}\text{N}$ 、 $146^{\circ}\sim 148^{\circ}\text{E}$ の水域と $41^{\circ}\sim 43^{\circ}\text{N}$ 、 $152^{\circ}\sim 156^{\circ}\text{E}$ の水域の2ヶ所に形成され

第3図 昭和29年8月

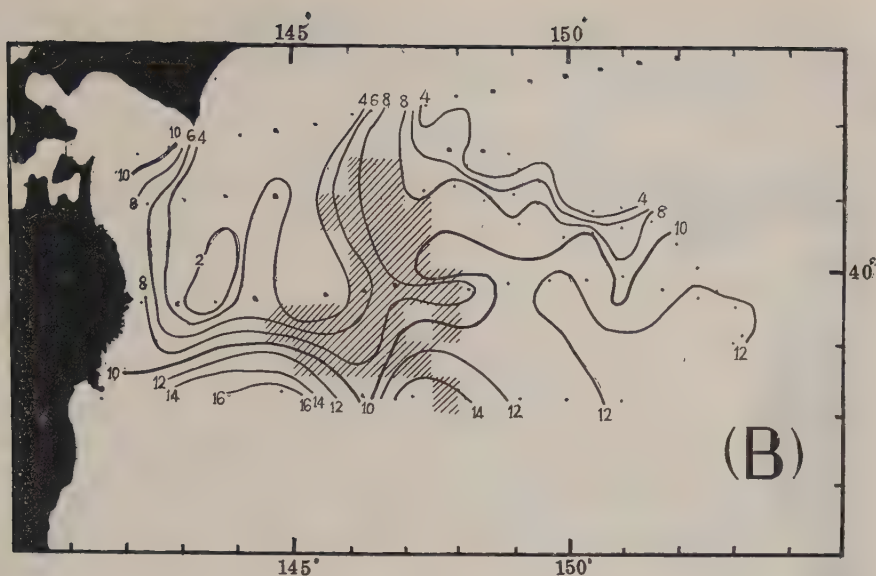


(A) 中旬前半の表面等温線。

ているが、こゝでは近海漁場についてだけ検討する。

この時の漁獲量について見ると、例年と異なり、8月に極大が現われ、総陸揚量は約500万貫の大漁をした月であり、その内95%程度のものは近海グループと呼ばれるものである(川崎¹⁰⁾)。

この時期の表面等温線図(第3図A)によると、漁場は $22^{\circ}\sim 24^{\circ}\text{C}$ の水帯内にある。100m層



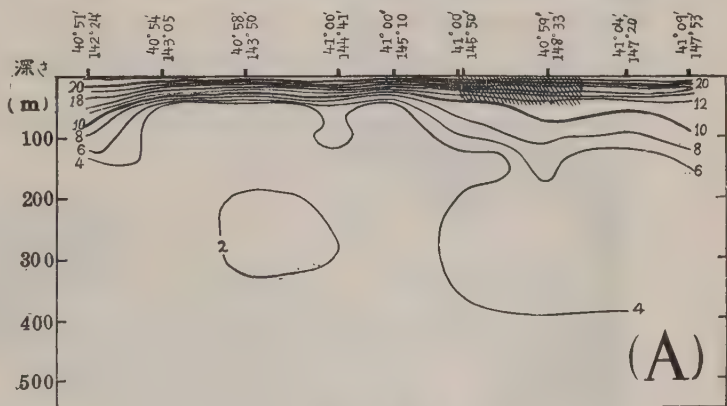
(B) 8月6日～23日の100m層等温線。斜線を引いた部分は総漁獲量10,000貫以上の枠目である。

等温線図(第3図B)を見ると、146°～147°Eを舌状に北上する黒潮分派の西側には145°E線に

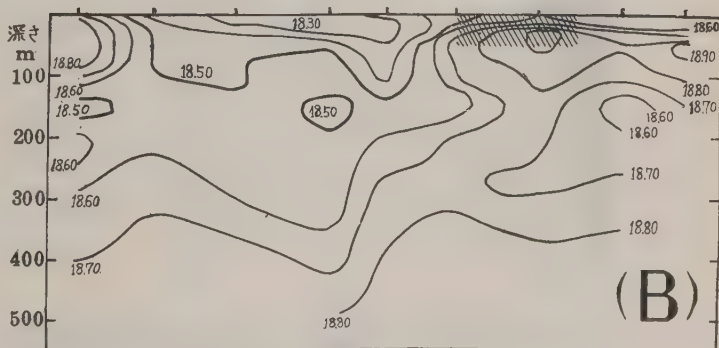
沿って南下し40°N附近から南東に暖水帯に向つて差し込む親潮第2分枝があり、東側には42°N, 147°Eから41°N, 150°Eに黒潮北上分派を圧迫している寒流水域がある。漁場は丁度この2つの寒流水域によつて囲まれた袋状暖水域内、特にその先端部から西側の潮境上に形成されている。

即ち、カツオ漁場は、寒流が西側から南東にかけて暖水塊をかまへ込むように強く廻り込む所の潮境に形成されているのであつて、暖水が単調に舌状に北方へ張り出している場合の暖水の西側に形成されるのではない。

第4図 昭和26年8月13日15日の蒼鷹丸による海洋観測値の鉛直分布



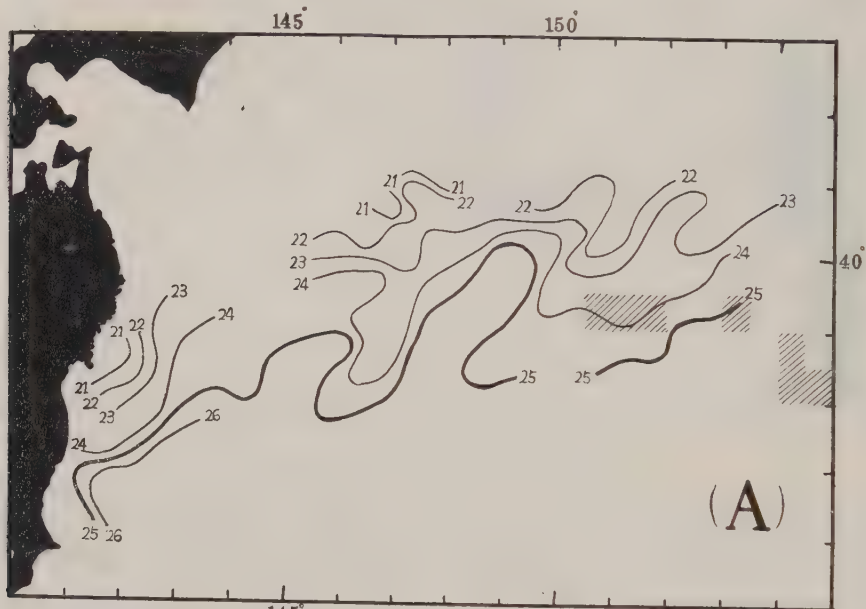
(A) 水温の鉛直分布。



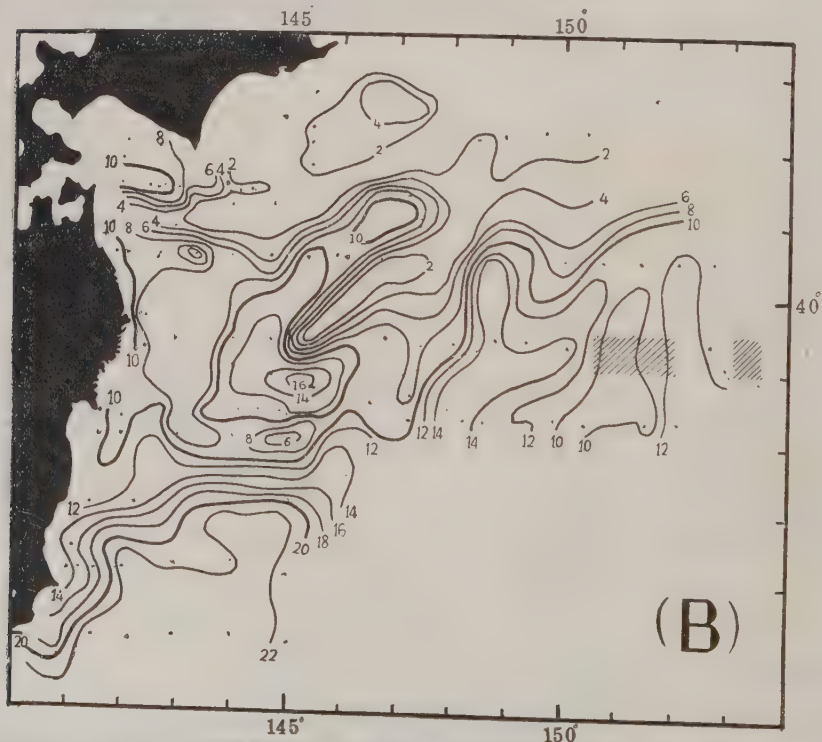
(B) 塩素量の鉛直分布。斜線を引いた部分はカツオ漁場。

更に 41°N 線の漁場内の横断観測記録によつて、鉛直的な海洋構造を見ると、漁場水域では暖水が中層まで伸びており、西側に表層近くまで寒冷水が見られ、漁場を下から突き上げているような海況を示している（第4図）。

第5図 昭和27年8月



(A) 中旬前半の表面等温線。



(B) 8月1日~20日の100m層等温線。斜線を引いた部分は総漁獲量10,000貫以上の桺目である。

Ⅱ・3 昭和27年8月のカツオ主漁場

表面等温線図(第5図A)によると、黒潮は塩屋崎から蛇行しながら東北東に伸びている。表面水温について見ると、この年は比較的に高温を示している。

漁場分布について見ると、例年と異り、 $38^{\circ}\sim 39^{\circ}30'N$ 、 $150^{\circ}30'\sim 156^{\circ}E$ の水域に形成されており、これより近海の水域には形成されなかつた。この時期の100m層等温線図(第5図B)について見ると、極めて複雑な海況を示しており、 $38^{\circ}30'N$ 、 $145^{\circ}E$ 附近を中心とした水域には黒潮前線に沿って北側を $145^{\circ}30'E$ 附近まで伸びる内側低温帯および $41^{\circ}N$ 、 $148^{\circ}E$ 附近から南西に張り出す親潮第2分枝によつて黒潮水域から切り離された大規模な孤立暖水塊が形成されている。この場合の暖水塊も完全に黒潮水域から遮断されている。

この時の孤立暖水塊とカツオ主漁場との関係について見ると、昭和25年と同様に若干の漁獲は行われているが、集中的な漁場としては形成されなかつた。

この事は前にも述べたように、暖水塊内への魚群の補給が困難なためであろうと考えられる。

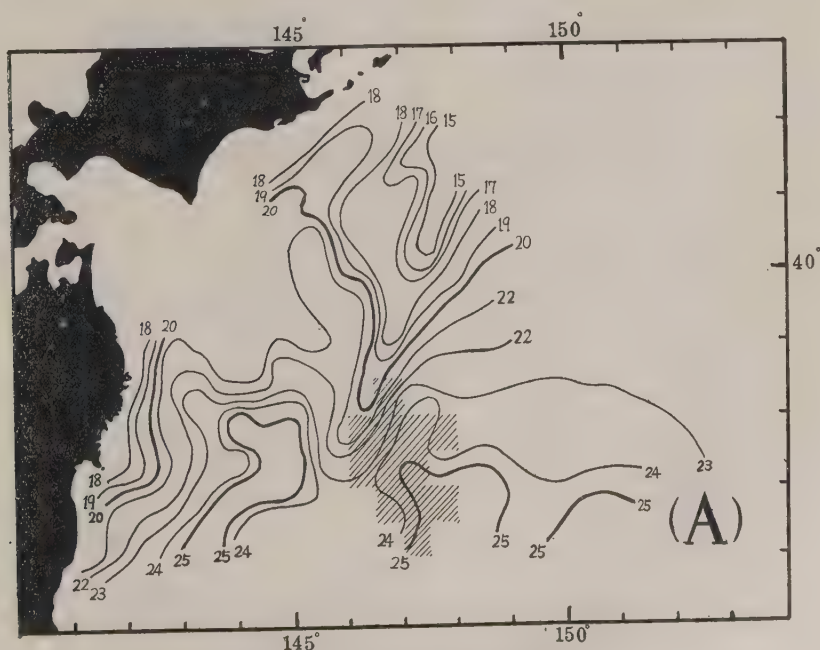
以上のように昭和25年および27年の結果から、黒潮水域から完全に分離した孤立暖水塊はカツオ主漁場としては不適當である事が判る。

Ⅱ・4 昭和28年8月のカツオ主漁場

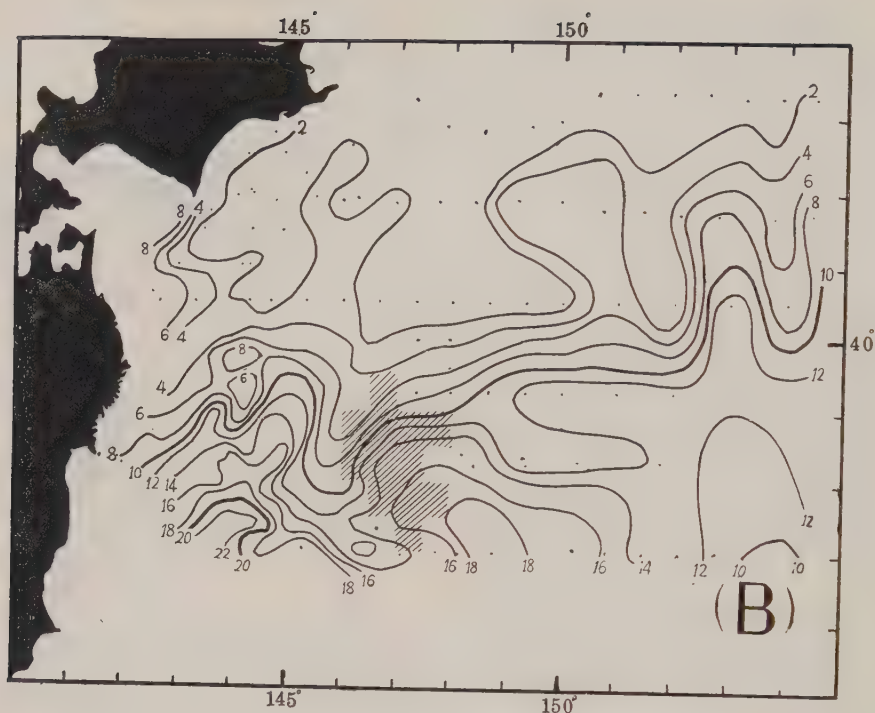
この年の海況は、全般的に親潮勢力が強勢であつたために8月には例年に比べて低温水域の面積が著しく広がつた。このために主漁場も $37^{\circ}\sim 39^{\circ}N$ 、 $146^{\circ}\sim 148^{\circ}E$ のかなり南部の水域に形成されている。

この時期の海況は、表面等温線図(第6図A)および100m層等温線図(第6図B)に見られるように、沖合黒潮分派は $37^{\circ}N$ 、 $149^{\circ}E$ 附近から北西に向つて伸びている。

第6図 昭和28年8月



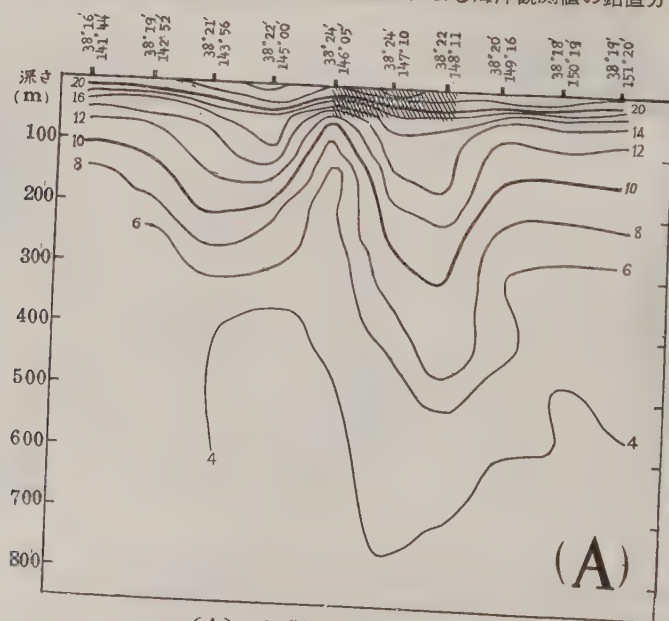
(A) 中旬前半の表面等温線。



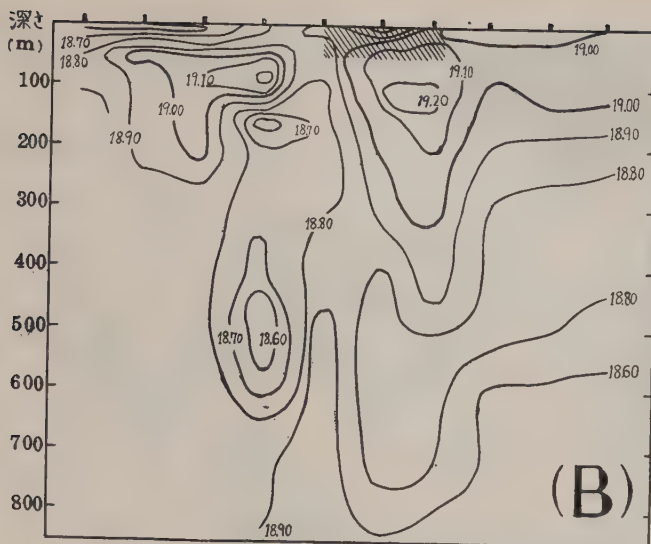
(B) 7月25日～8月24日の100m層等温線。斜線を引いた部分は総漁獲量10,000貫以上の枠目である。

一方親潮第2分枝は41°N, 148°E方面から南南西にのびており、38°N, 145°Eあたりから、その向きを南東へ変えている。

第7図 昭和28年8月14日～16日の新南丸による海洋観測値の鉛直分布



(A) 水温の鉛直分布。

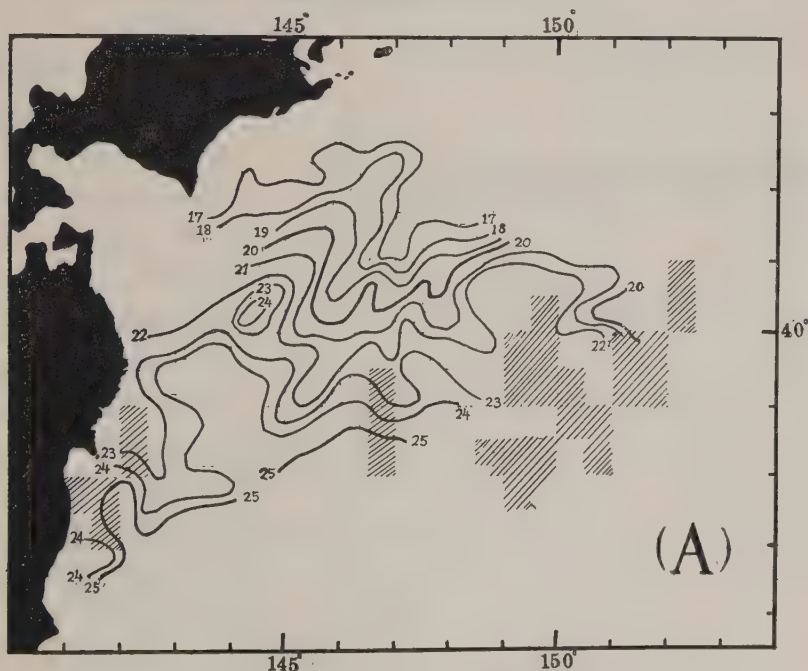


(B) 塩素量の鉛直分布。斜線を引いた部分はカツオ漁場。

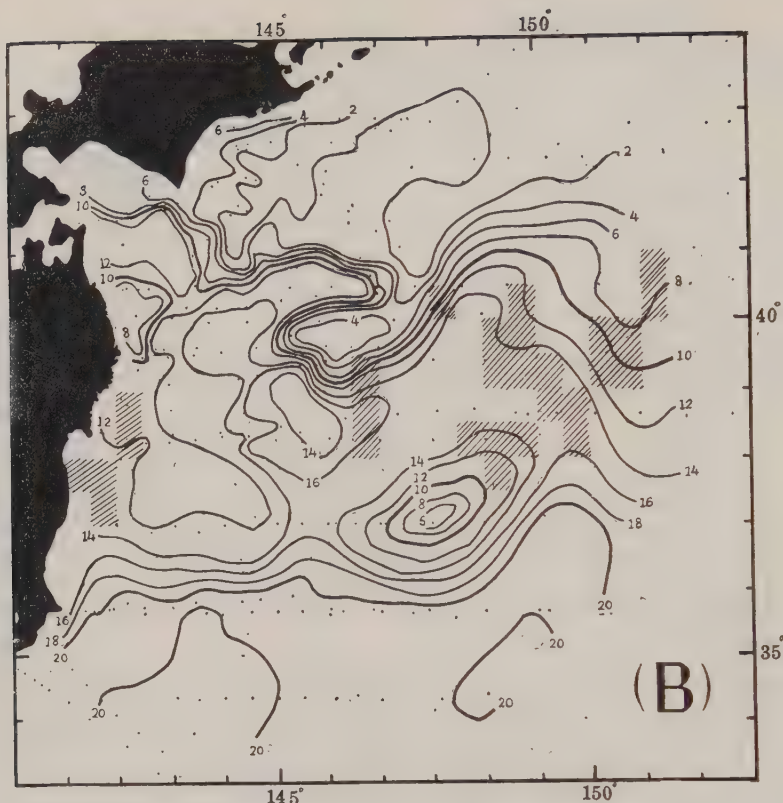
漁場はこの親潮第2分枝が孤状に描いた流路に囲まれた袋状水域内の西側の水温傾斜の最も著しい水域に形成されている。

次に気象庁調査船による8月14日～16日のC線の横断観測記録よりみた漁場水域の鉛直的な物理量の分布図(第7図)を見ると、暖水の中心は $148^{\circ}11'E$ にあつて、100～150mの所に塩素量19.20%以上の核心部があり、その西側は親潮第2分枝が差し込んで暖水は表層に薄く、東側では比較的単調である。このようにこの場合も昭和26年同様の海況状態のもとに漁場が形成されている。

第8図 昭和29年8月

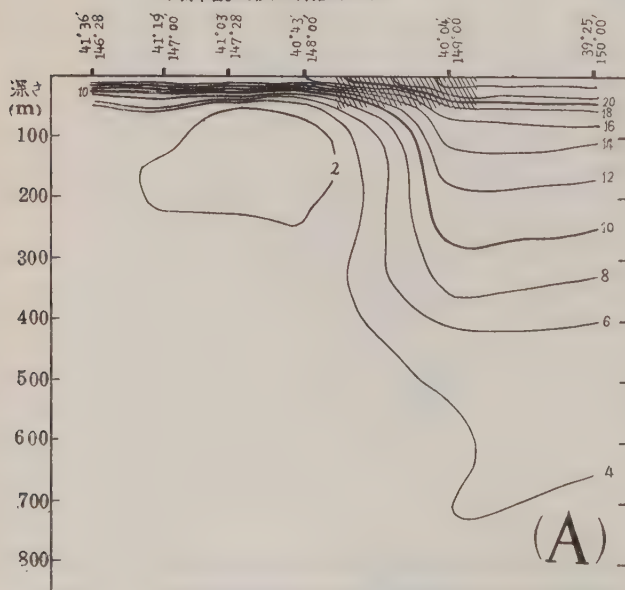


(A) 下旬後半の表面等温線。



(B) 8月21日～9月10日の100m層等温線。斜線を引いた部分は総漁獲量 10,000 貫以上の枠目である。

第9図 昭和29年9月9日～10日の凌風丸による
海洋観測値の鉛直分布



(A) 水温の鉛直分布。

II・5 昭和29年8月の

カツオ主漁場

この時の主漁場は、表面等温線図(第8図A)に見られるように水温 22°C 台の水帯の突出した水域内に形成されている。この時期の 100m 層の模様を8月下旬～9月上旬の資料によると(第8図B)、漁場は西側の親潮第2分枝と東側の沖合寒流との間に挟まれた 37°30'～40°N, 146°～152°E の水域内に形成されており、その南側の 37°N, 148°E 附近を中心とした水域には親潮第2分枝の先端と思われる大規模な孤立冷水塊が見られる。

漁場はこの東西を南下する寒流と南部の冷水塊によつて囲まれた、この場合も矢張り袋状水域内で、しかも常に暖水の補給が可能な場所に形成されている。一般にこのような場所は時計廻りの渦流を伴つた水域となつている。

次に漁場水域の鉛直分布図（第9図）を見ると、昭和26年および28年の場合と同様に漁場水域の西側に表層近くまで寒冷水が見られ漁場を下から突き上げているような海況を示しており、又流速の大きなところである（第9図C）。

Ⅱ・6 昭和30年8月カツ

オ主漁場

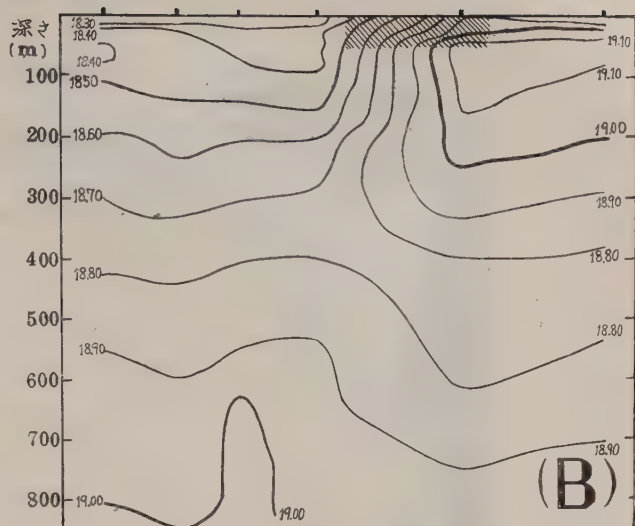
表面等温線図（第10図A）によれば、この時の主漁場は三陸沿岸を北上する黒潮分派と北海道沿岸を南下する親潮第2分枝との接触する部分の水温勾配の最も顕著な $39^{\circ}30' \sim 41^{\circ}N$, $143^{\circ}30' \sim 145^{\circ}E$ の水域に形成されている。

100m層等温線図（第10図B）について見ると、親潮第1分枝は襟裳崎の南を $143^{\circ}E$ 線に沿つて南下しているが、 $38^{\circ}30'N$ からは黒潮前線と共に東行している。

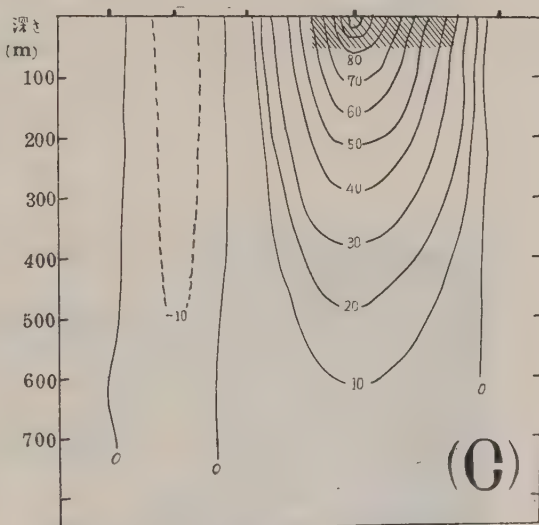
このために黒潮分派は $148^{\circ} \sim$

$149^{\circ}E$ 附近から大きく迂回して $40^{\circ}N$ 線に伸びており、漁場はこの沖側から西へ伸びる暖水帯の先端部（北、西、南の三方を冷水によつて囲まれた水域の西側の潮境）に形成されている。

この時期の釧路正南線の鉛直分布図（第11図）を見ると、漁場は暖水が親潮水（南下部）の上に薄く張り出したところに形成されている。こゝで注意せねばならないのは、 $39^{\circ}10'N$, $144^{\circ}E$ にある高温・高塩水の張り出しの南側では親潮第1分枝と黒潮系暖水との間に潮境が存在するにも拘らず漁場が形成されていないことである。これはこの場所の潮境（東行部分）の巾が狭いためであろう。

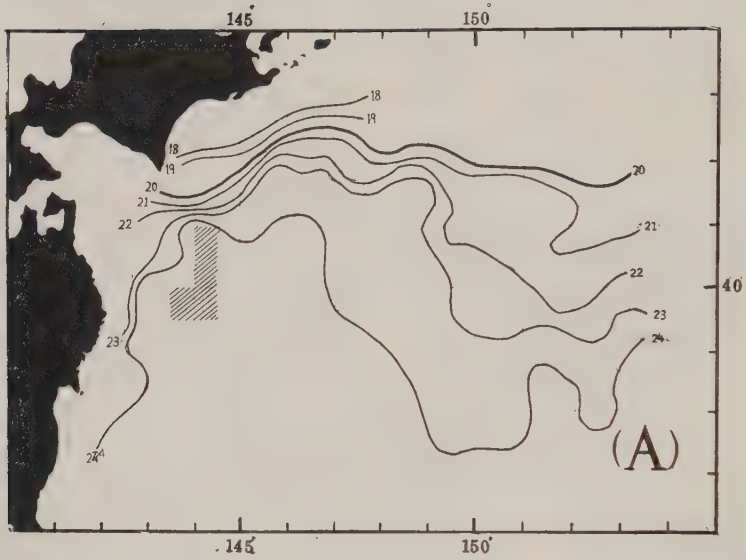


(B) 塩素量の鉛直分布。

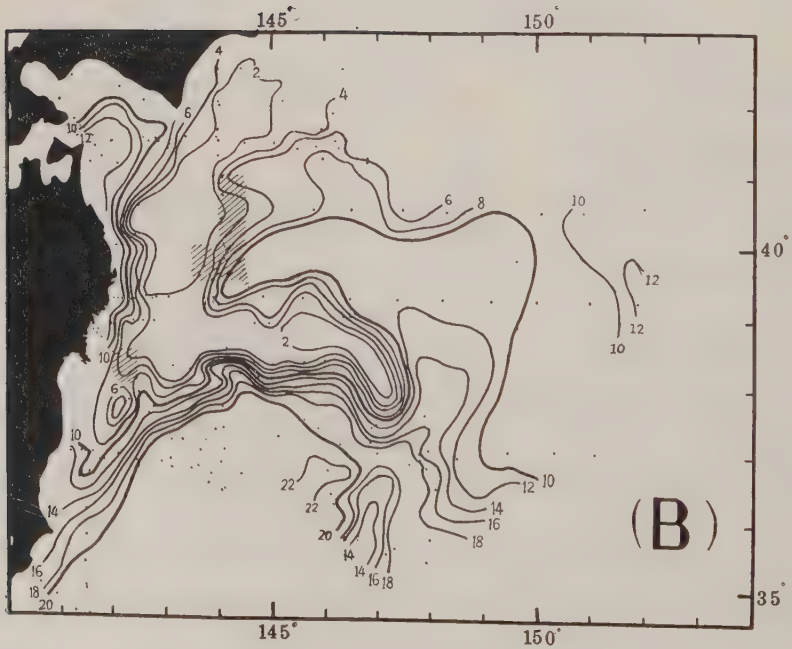


(C) 800dbを基準にして計算した流速の断面（㎝/秒）。

第10図 昭和30年8月

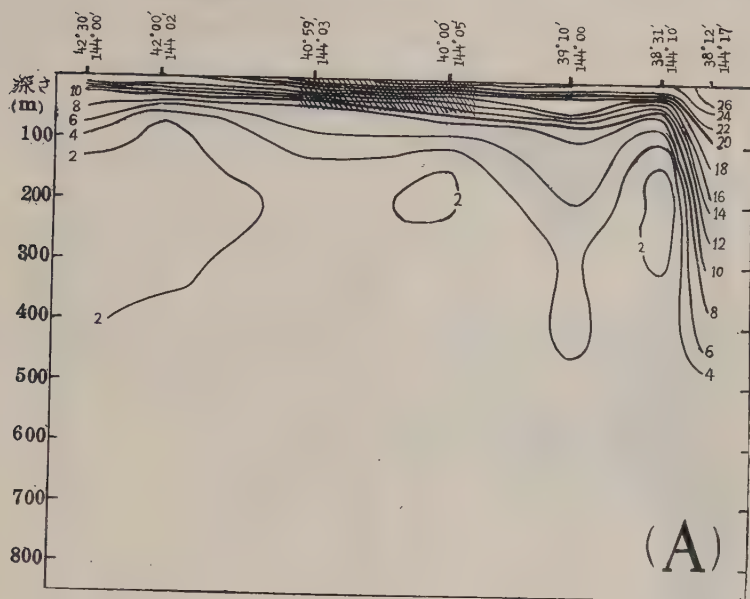


(A) 中旬前半の表面等温線。

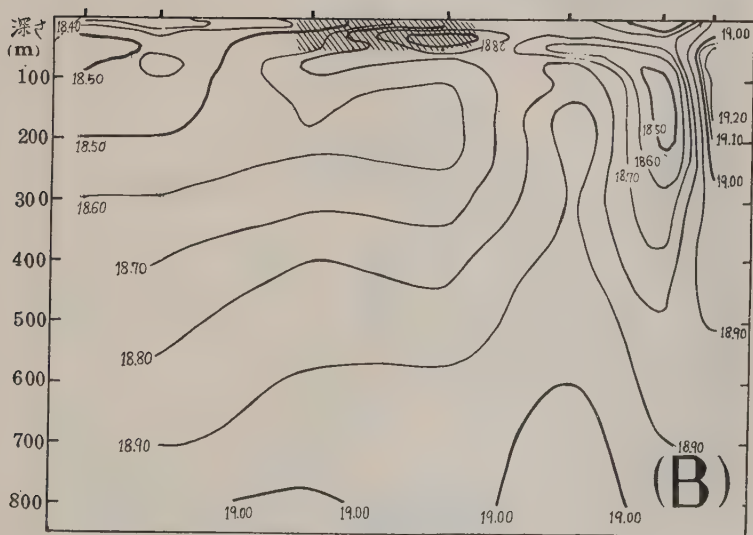


(B) 8月1日~20日の100 *m* 層等温線。斜線を引いた部分は総漁獲量10,000貫以上の枠目である。

第11図 昭和30年8月17～日18日の夕汐丸による海洋観測値の鉛直分布



(A) 水温の鉛直分布。

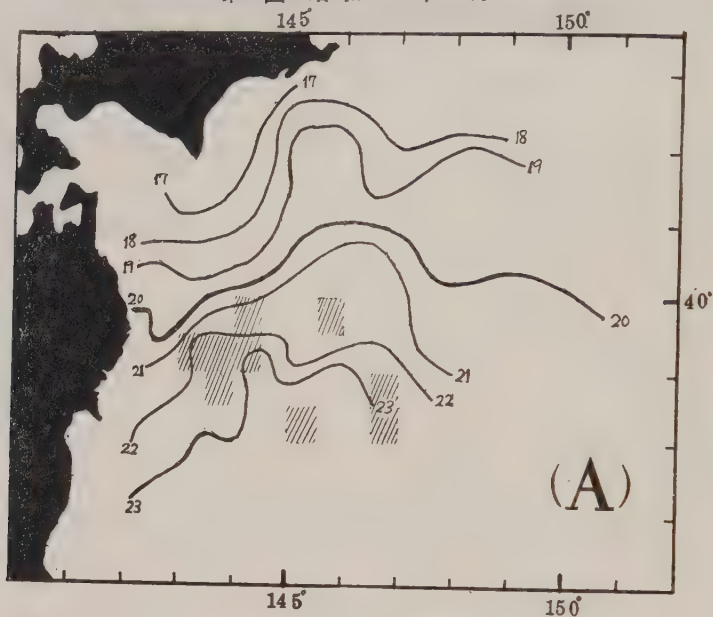


(B) 塩素量の鉛直分布。斜線を引いた部分はカツオ漁場。

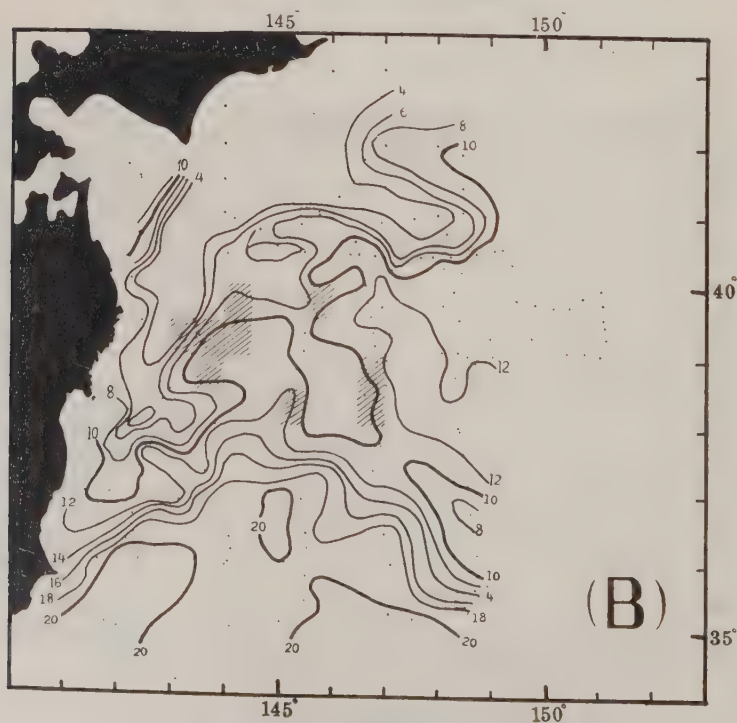
Ⅱ・7 昭和31年8月のカツオ主漁場

表面等温线图（第12図A）によれば、この時の主漁場は水温 $21^{\circ}\sim 23^{\circ}\text{C}$ の水帯内に形成されており、2ヶ所に大別される。

第12図 昭和31年8月



(A) 中旬前半の表面等温線。



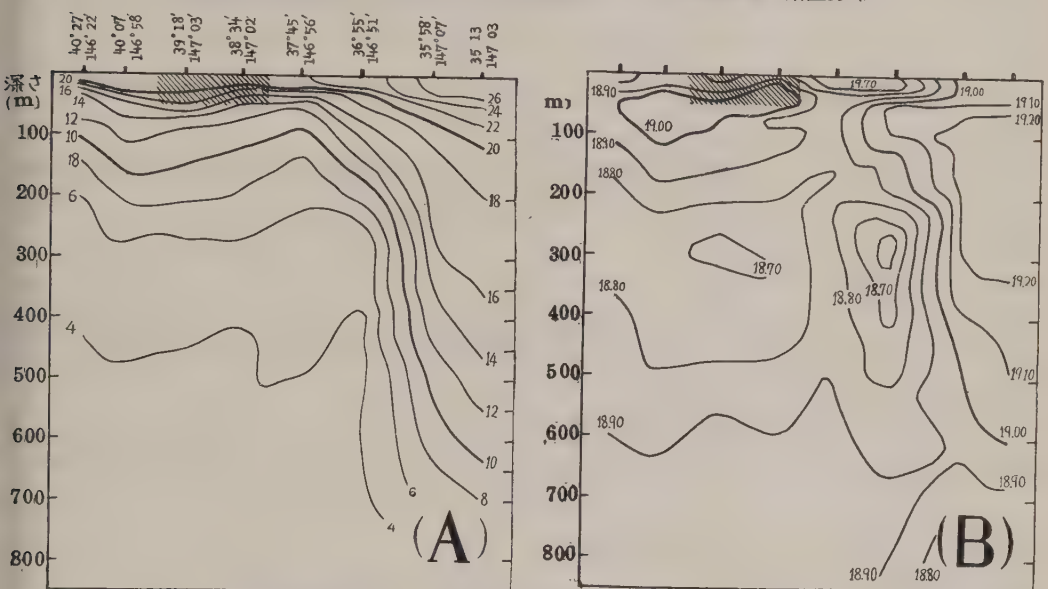
(B) 8月1日～21日の層等温線。斜線を引いた部分量は総漁獲10,000貫以上の桁目である。

100m層等温線図（第12図B）によると、前者は $144^{\circ}30'E$ を北上する近海黒潮分派の先端の親潮第1・第2分枝によつて囲まれた水域内に形成されている。

又後者の親潮第2分枝の東側に形成された主漁場は、 $38^{\circ}N$ 、 $149^{\circ}E$ 附近から北西に伸びる暖水帯の先端部の寒冷水との接触部に当り、この周辺を $40^{\circ}N$ 、 $145^{\circ}E$ 附近より南東に張り出す親潮第2分枝によつて囲まれた袋状水域内に形成されている。

後者の場合の漁場水域の南北の鉛直分布図（第13図）を見ると、漁場は暖水が冷水の上に薄く

第13図 昭和31年8月31日-14日の凌風丸による海洋観測値の鉛直分布



(A) 水温の鉛直分布。

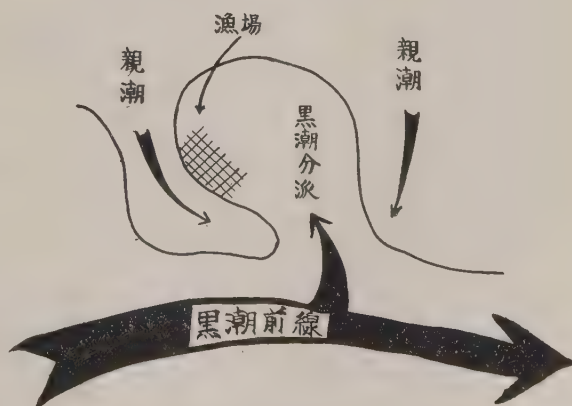
(B) 塩素量の鉛直分布。斜線を引いた部分はカツオ漁場。

張り出したところに形成されている。この場合も矢張りカツオ漁場は全体的な海洋条件に強く依存している。

Ⅲ 以上の総括

東北海区のカツオ主漁場成立の条件は、次のようにまとめられる。

1. 親潮系の冷水が表層まで暖水突き上げていること。
2. 漁場は潮境に形成されるが、この潮境は北・西・南の三方が親潮系水によつて取りまかれた袋状水域の西側の潮境である。この場合のモデルは（第14図）のように示される。
3. 孤立暖水塊には漁場は形成されない。



第14図 漁場が形成される場合の海況の模式図

宇田⁴⁾は、カツオ漁場が黒潮北上分派の西側に形成されることを示したが、この点は筆者の結論と一致している。

この理由として宇田は西側の方が流速が大きいことをあげたが、それと共に、西側で袋状水域が出来易いことがあげられる。これは強い東行流を伴う黒潮の流軸によつて、南下した親潮の先端が東へ吸い込まれるためであろう。

北野⁵⁾は、釧路正南の資料を解析して、カツオ漁場は潮境の南100~200m附近に形成されるとしたが、これは釧路正南の観測資料だけを用いたからであつて、カツオ主漁場が潮境に形成されないということにはならないのである。カツオ主漁場は袋状水域の西側の潮境に形成されるのであるから、当然南北の断面ではこの潮境は現れてこない。

又カツオ漁場が上昇冷水塊の上に成立していると述べているが、1観測線の断面だけでは、それを上昇冷水塊と判定する根拠に乏しいのである。

筆者は、昭和30年の場合に釧路正南の断面を示したが、漁場水域の下の低温・低塩水は、100m層の水温と塩素量の分布からみれば明らかに親潮第1分枝の核心部に相当している。

IV 要 約

昭和25年~31年までの資料を用いて各年8月の東北海区のカツオ漁場成立条件と海況との関係について調べた結果を要約すると、

1. 親潮系の冷水が表層まで暖水を突き上げていること。
2. 漁場は北・西・南の三方が親潮系水によつて取りまかれた袋状水域の西側の潮境に形成される。
3. 孤立した暖水塊には漁場は形成されない。

本文を終るに当り御指導をいただいた本所長木村博士に厚く感謝する。

V 文 献

- 1) 宇田道隆：日本水産学会誌、8(4)、169~172 (1939)
- 2) 黒田隆哉：東北水研報告、4、47~61 (1955)
- 3) ODUM, E.P. (1953): Fundamentals of Ecology, Philadelphia; W.B. Saunders Company
- 4) 宇田道隆：日本水産学会誌、4、(6) 385~390 (1936)
- 5) 北野清光：東北水研報告、2、1~10 (1953)
- 6) 庄司大太郎：水路要報、25、230~244 (1951)
- 7) 川合英夫：東北水研報告、4、1~46 (1955)
- 8) 川崎 健：東北水研報告、10、29~44 (1957)
- 9) ICHIVE, T.: Ocean. Mag. 7 (2), 23~26 (1956)
- 10) 川崎 健：東北水研報告.10,18~28(1957)

マアジの生態についての基礎的研究[※]

川 崎 健

A BASIC STUDY ON THE BIOLOGY OF THE JACK MACKEREL, *TRACHURUS JAPONICUS* (TEMMINCK ET SCHLEGEL)

By

Tsuyoshi KAWASAKI

1. The landings of the jack mackerel have increased abruptly after the World War II.
2. The jack mackerel migrate to the north along the Pacific coast north of Chiba Pref., reaching off Aomori Pref. and staying there to November. On the other hand, they begin their northward migration along the Japan Sea coast north of Toyama Pref. in April and reach off Akita Pref. in June, staying there till November.
3. The main part of the north migrating group travels along with the water with a surface temperature of 20 to 21°C along the Pacific coast.
4. The proportion of the old fish decreases when we arrange the length compositions from south to north in the Pacific side as well as in the Japan Sea side.
5. The average egg number to be discharged per one spawning from the fish of 15cm in length is 20,000, that from the fish of 20cm is 50,000, that from 25cm-fish is 100,000 and that from 30cm-fish is 180,000.
6. The body length at first maturity is 14cm.
7. From the length composition of the young collected in the Tohoku Area we can estimate that the spawning is done near the coast and the centre of the spawning season is July in the Tohoku Area.
8. A serious biological change is considered to occur when the jack mackerel has grown to 10cm in length.
9. The jack mackerel is a plankton feeder and takes food weighing 1.1 to 1.3 percent of its body weight as one diet.
10. There is a north-to-south cline in the scute number and the gill-raker number.

目 次

1. ま え が き
2. 漁獲量の変動
3. 分 布 と 移 動
4. 移動と水温との関係

5. 体 長 組 成
6. 成 熟
 - 6.1. 卵巢卵の直径
 - 5.2. 卵巢卵の数
 - 6.3. 初めて成熟する体長
7. 東北海区の稚魚・幼魚
8. 相 対 成 長
9. 食 性
10. 計数形質の地理的傾斜
11. 要 約
12. 文 献

1. ま え が き

マアジ *Trachurus japonicus* (Temminck et Schlegel) はアジ科 *Carangidae* に属する魚で、日本近海に広く分布し、その漁獲量は非常に大きい。漁獲統計(農林統計および農商務統計)では、昭和31年まではマアジとムロアジ類とが一括して集計されて居り、その内訳は不明であるが、昭和32年以降は別々に集計されている。昭和32年には、マアジとムロアジ類の漁獲数量の

第1表 昭和27年～32年のマアジ漁獲量、マアジ漁獲量の魚類総漁獲量中に占める百分率およびマアジ漁獲量の順位。

年	マアジ漁獲量	魚類総漁獲量	マアジ漁獲量 総漁獲量	順 位
昭和27年	185,625トン	3,254,550トン	5.7%	7
28	215,213	3,216,600	6.7	7
29	225,075	3,148,275	7.2	5
30	214,538	3,368,700	6.4	5
31	221,775	3,296,288	6.7	5
32	281,550	3,693,338	7.6	4

第2表 昭和31年のアジ類
(マアジ+ムロアジ類)の
漁業種別漁獲量。

漁 業 種	漁 獲 量
旋 網	173,663トン
敷 網	28,253
定 置	27,259
曳 網	9,173
釣 り	6,203
其 の 他	1,868
合 計	246,419

比は90:10となつているので、他の年については、この比率を借用してマアジの漁獲量を計算してみた。第1表にみられるように、マアジ漁獲量の本邦全魚類総漁獲量中の百分率は5～8%であり、魚種別*の順位では、27年・28年は第7位、29年～31年は第5位、32年は第4位と、年々重要な漁獲物となつて来ている。漁法としては、昭和31年の場合(第2表)が示すように、大部分が旋網によつて漁獲され、それに敷網、定置網、曳網、釣りが続いている。

このように、マアジは我が国の漁業の中で非常に重要な地位を占めているにも拘らず、この魚の生物学的な知識は極めて乏しかつたが、近年その重要性が認識され、対馬暖流開発調査の中で

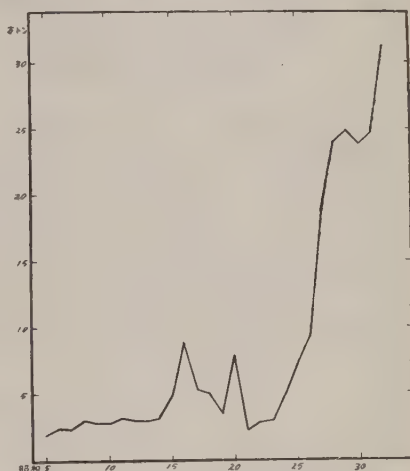
* サバはこの6年間で常にマアジよりも上位にあるが、統計上はホンサバとゴマサバが一括して集計されている。

なりの知見が得られている*。筆者も又マアジの生物学的な基礎的知識を得る必要があることを
 感じ、昭和30年以来研究を行つて来たが、その結果が一応まとまつたので報告する次第である。

マアジは本邦近海に広く分布している魚種であるから、本研究に用いた材料も全国各地から集
 められた。即ち北海道戸井、宮城県大谷・田代、千葉県館山、静岡県焼津、宮崎県延岡、山口県
 下関、新潟県新潟の各地から集められた。資料を集めた期間は、昭和29年～31年の3ヶ年である。

2. 漁獲量の変動 (第1図)

前節で述べたように、マアジの漁獲統計は、昭和31年以前はムロアジ類と区別されていない
 が、大部分はマアジと考えて差支えないので、漁獲量の変動についての検討は、一括されたもの
 について行つた。戦中戦後の異常な条件の場合はさて置き、戦前(昭和16年以前)と統制時代以
 後の昭和26年以降を比較してみると、著しい相違がある
 のに気がつく。すなわち昭和14年まではほぼ平衡状態で
 3万トン止りであるが、昭和16年にはかなり多獲されて、
 9万トンに達している。しかしながら、戦後の昭和26年
 以降は急速に漁獲量が増大し、昭和32年には遂に30万ト
 ンを突破している。このような現象は、勿論ある程度は
 漁獲努力の増大に負っているが、それだけでは説明出来
 ない。マアジの資源量が戦後急速に増大したことは確実
 で、その原因としては、かつて筆者がした示ように(川
 崎¹⁾)、マイワシとの置きかえ作用(substitution)が強
 く働いていると思われる。



第1図 アジ類の漁獲量の変動。

3. 分布と移動

マアジは暖水性・回遊性の魚であり、又沿岸性の強い魚である。同じ暖水性・沿岸性・回遊性
 魚族であるサバやマイワシに較べると、かなり高温性である。日本の北部での漁獲量は非常に小

第3表 昭和27年～32年のマアジの陸揚量の平均値。(単位:トン)

県			1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
太平洋側	青森 岩手 宮城 福島	森田 城 島 城	15.6	3.1					1.3	26.9	133.8	290.6	285.0	26.3
			3.1				6.9	87.5	117.5	83.8	108.1	248.8	155.0	25.0
							10.0	55.0	155.0	168.1	113.1	53.8	18.1	
			10.0	20.6	10.0	20.0	66.3	173.8	221.9	55.0	26.3	18.8	8.8	11.9
日本海側	青森 秋田 山形 新潟 富山 石川	森田 形 湯 山 川	21.2	21.2	14.3	140.6	528.8	715.6	685.0	325.6	55.6	11.9	10.6	24.4
									1.3			2.5	3.8	
			1.3					20.0	36.3	50.6	79.4	88.1	41.3	2.5
							0.6	2.5	5.0	11.3	25.0	50.6	15.6	
日本海側	青森 秋田 山形 新潟 富山 石川	森田 形 湯 山 川	7.5	14.4	66.9	247.5	364.4	344.4	436.3	426.3	266.3	281.9	143.8	55.6
			232.5	415.0	631.9	241.3	243.1	452.5	451.3	198.1	112.5	128.1	35.6	48.8
			18.8	78.8	126.3	465.6	795.6	347.5	985.0	771.9	383.1	245.0	119.4	68.8

* 対馬暖流開発調査報告書 第2輯・第4輯を参照。

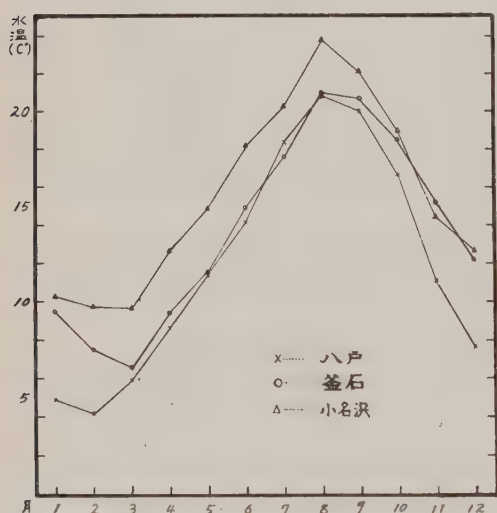
さく、太平洋側では福島以南、日本海側では新潟以南で周年漁獲されるが、それ以北では初夏から冬の始めにかけてのみ漁獲され、北海道ではほとんど漁獲されない。このことは、魚群が初夏に北上を始め冬に南退することを示しているものと解釈されるが、この北上・南下の模様をみるために、農林統計水産月報を利用して、昭和27年～32年の6年間の各月・各県（太平洋側では茨城県以北、日本海側では石川県以北）の陸揚量の平均値を計算して第3表を作製した*1。

表の中で、北側の漁獲量のピークをゴジツク体で示した。このピークの動きが、北上魚群の重心の動きに対応するものと考え、太平洋側では7月までは魚群重心は茨城沖にあるが、8月には宮城沖に移り、9月には青森沖に達し、11月までかなりの魚群が青森沖に滞泳していることになる。一方、日本海側では、魚群重心は3月までは富山沖にあるが、4月・5月には新潟沖に移り、6月には秋田沖に達し、11月まで続いている。

4. 移動と水温との関係

マアジの漁獲水温については、畑中²⁾が宮城県江の島建網の資料を解析して、マアジが“表層で水温21°C程度を示す黒潮のフロントを主として游泳し”ていることを示した。

気象要覧には、八戸・釜石および小名浜の毎旬の表面水温観測値が掲載されている。筆者はこれらのうち、毎月中旬の水温をそれぞれ毎月の代表値として用い、昭和27年～32年についての平均値の年変化を第2図に示した。



第2図 八戸・釜石および小名浜の、昭和27年～32年の水温平均値の年変化。

筆者は前節でマアジは7月から9月にかけて東北海区を北上することを示したが、7月の小名浜、8月および9月の釜石・八戸の水温は、いずれも20°～21°Cであり、畑中²⁾の結論と一致して居る。又このことは逆に、これらの観測値を用いてマアジの遊泳水温の大凡を推定しても、大して誤りではないことを示しているようである。三陸沖の沿岸水温は、図に見るように、10月以降は低下していくが、11月まではかなりの漁獲をみている。このことは水温の緩やかな低下と共に、マアジが低水温に適応していくことを示している。要するに、マアジは20°～21°Cの水温帯と共に北上するが、その水温適応範囲はかなり広いと考えることが出来よう。

5. 体長組成

漁獲物の体長組成を検討する場合には、厳密には、標本の任意性が保障されていなければならないが、筆者の集めた標本では、そういう保障は無いので、簡単な推論のみに止める*2。先ず、全部の資料をまとめて体長組成を描くと、第3図が得られる。この図では、3cm, 11cm, 19cm

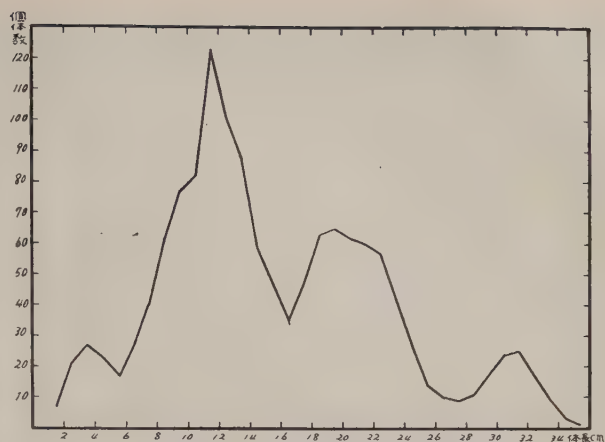
*1 この水域では、ムロアジ類はまず漁獲されない（昭和32年の農林統計水産月報を参照）ので、アジ類をすべてマアジと考えた。

*2 本報告でいう体長とは、吻端より尾鰭の前縁までである。

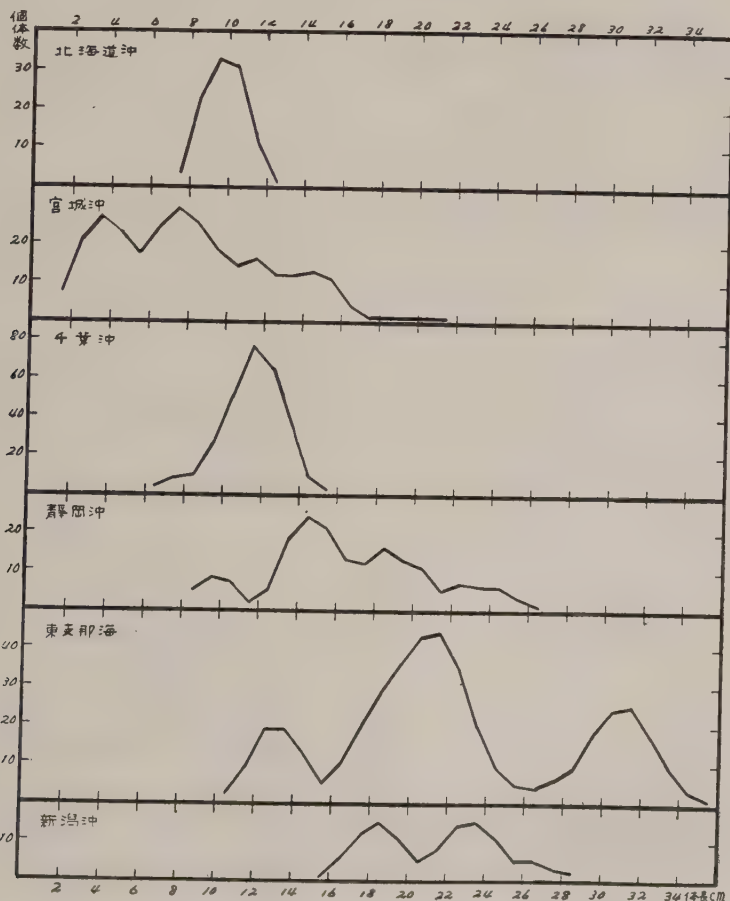
および31cmにそれぞれモードを持つ
四つの体長群を指摘することが出来
る。これらをそれぞれ第Ⅰ群,第Ⅱ群,
第Ⅲ群および第Ⅳ群と呼ぶことにす
る。第4図に各水域別のマアジの体長
組成を掲げた。この図から、北に行く
ほど大型魚が少なくなっていることが
判る。

即ち、太平洋側では、千葉県以北で
第Ⅲ群および第Ⅳ群が見られず、静岡
県沖では第Ⅳ群が見られない。日本海
側では、新潟沖で第Ⅳ群が見られな
い。第Ⅳ群が出現するのは東支那海水域だけである。

分布の縁辺に行く程大型魚が少なくなるということは、若年魚程環境条件に対する適応性が大
きいことを示して居り、マダロ類でみられた結果(川崎³⁾)と一致している。



第3図 全標本の体長組成。3階級毎の移動平均。



第4図 水域別の体長組成。3階級毎の移動平均。

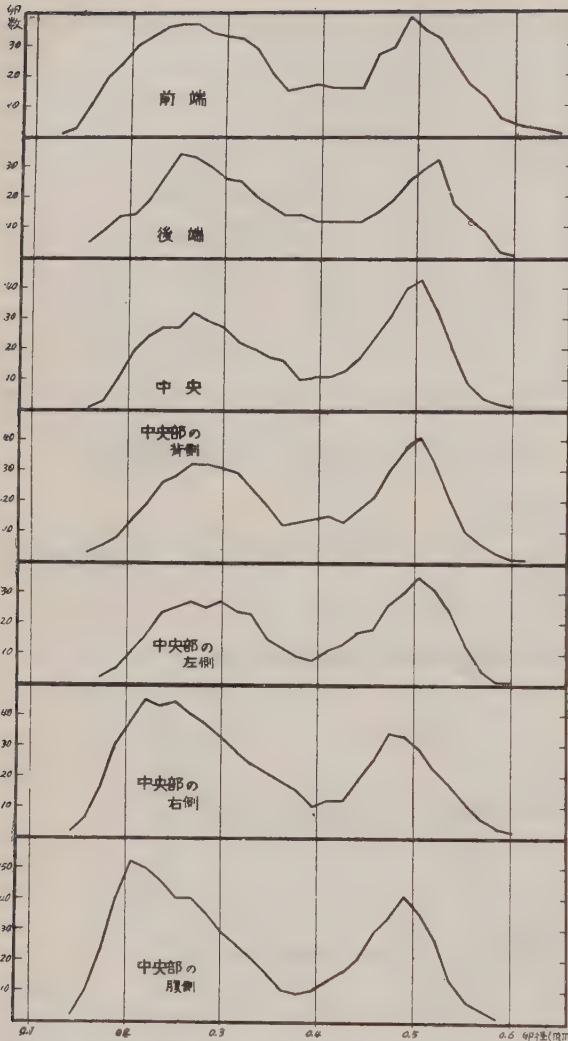
6. 成 熟

6.1 卵巣卵の直径

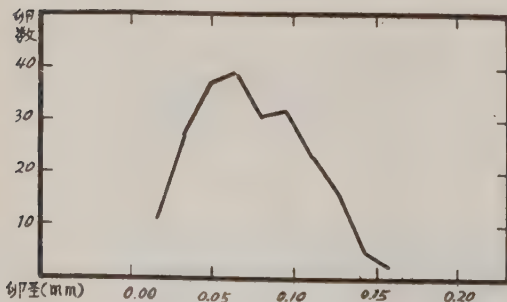
ある種の魚では、卵巣の部位によつて卵径分布に相違があることが確かめられているので、マアジの場合についてもこの点を吟味してみる。昭和30年6月2日に焼津で採集した体長25.4cmの標本について、卵径分布を調べた。左側の卵巣の色々な部位について調べた結果を第5図に掲げる。

これから明らかなように、どの部位でも、0.2~0.3mmと0.5mm附近にモードを持つ二つの山が認められ、しかも小型卵群と大型卵群の比率にも、部位による系統的な差異を認めることが出来ない*。従つて、マアジの卵巣では、卵径からみても又小型卵と大型卵の比率からみても、大体均一に卵が分布しているということが出来る。この二つの卵群の他に、卵径0.15mm以下の微小型の卵群が存在するのであるが、この卵群のものについては、個々の卵をすつかり分離することが困難であつたので、定量的に計数することはしなかつた。同じ標本についてこの微小卵の卵径測定を行つた結果を、第6図に示す。即ち、卵径のモードは、0.05mmから0.1mmの間に見出される。

マアジの卵は真円形で附属糸を持たず、又表層曳で数多く採集されている点から(Hattori et al⁵⁾)、浮遊性と考えられる。大型卵群は薄い黄色色素を持ち、透明な小型および微小型卵群とはつきり區別される。この大型卵は放卵直前のものではなくて、放卵直前のものは0.9mmにモードを持つている(九大アジ・サバ研究グループ⁶⁾)。このような完熟卵巣



第5図 同一個体の卵巣各部位の卵径分布。
3階級毎の移動平均。



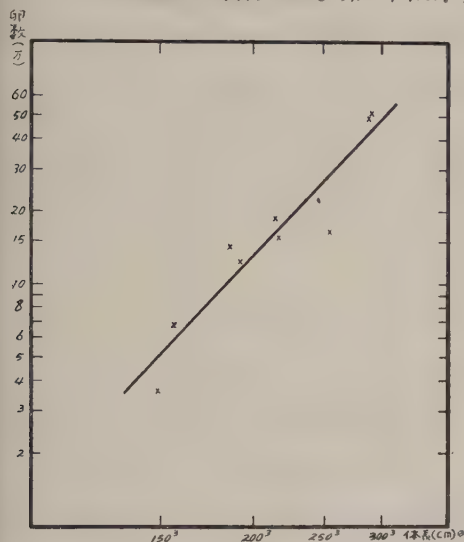
第6図 微小型卵の卵径分布。3階級毎の移動平均。

* この点は三瀬ら⁴⁾の得た結果と一致している。

は、九大アジ・サバ研究グループによつて 1 例得られたに止まり、筆者の採集した標本中には全く含まれて居なかつた。しかしながら、この大型卵群が成長して産卵時に放出されるものであることは大体確実と思われる。小型および微小型卵は引続いて大きくなつて産出されるものか、又は吸収されてしまうものか判らない。

6.2 卵巣卵の数

卵巣卵の計数は次の方法によつた。即ち、卵巣中央部から 0.05gr の試料を取り、その卵数を数え、それを卵巣重量で引伸した。第 7 図は、大型



第 7 図 小型卵プラス大型卵の卵数と体長との関係。

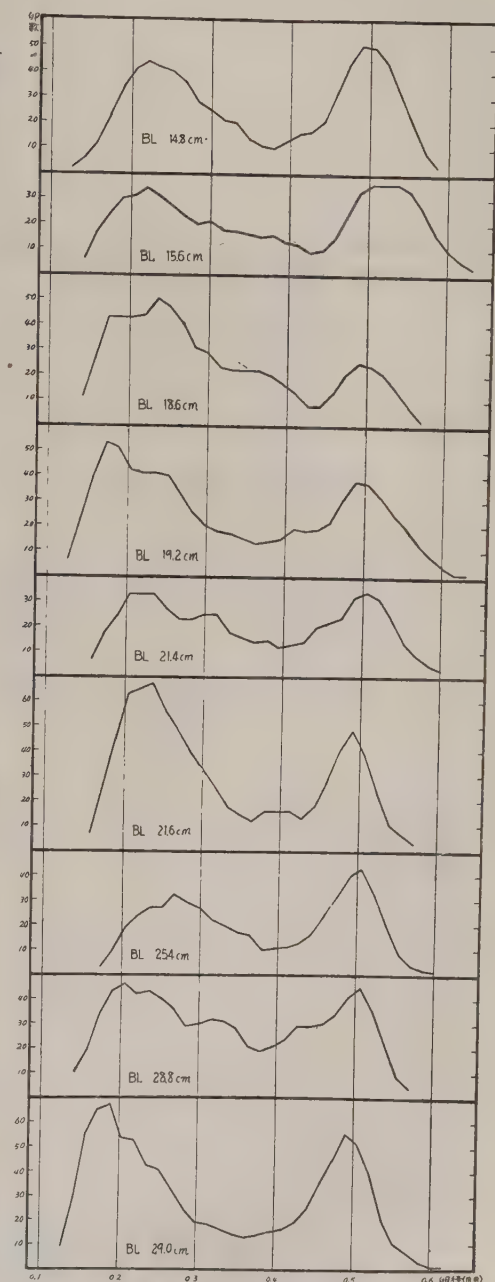
卵群を有する、体長 14.8cm から 29.0cm の 9 個体（卵径分布は第 8 図に示す）について、小型卵プラス大型卵の卵数の対数が体長の 3 乗の対数に対する回帰関係を示したものである*。この回帰式は、体長 (mm) を x 、卵数を y で表わすと、

$$\log y = 3.25 \log x - 2.36$$

で表される。これを相関分析すると、0.1% 以下の危険率で、回帰項が有意である。

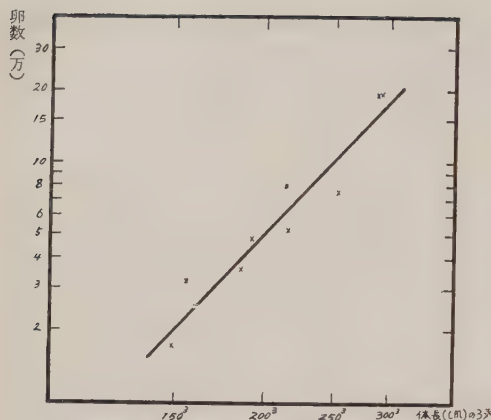
即ち、小型卵プラス大型卵の平均卵巣卵数は、体長 15cm のもので 50,000、20cm のもので 100,000、25cm のもので 280,000、30cm のもので 500,000 となる。

次に、大型卵（引続いて成長して、産卵されるもの）が、ほぼ確実と思われるもの）のみにについて



第 8 図 体長の異なる個体の卵巣の卵径分布。3 階級毎の移動平均。

* 何故体重でなく体長の 3 乗を選んだかといえば、体重は成熟状態や胃内容物の多少等によつてかなり変動する属性であつて、これを基準とすることは、回帰関係の性質から考えて好ましくないからである。



第9図 大型卵の卵数と体長との関係。

の回帰関係を示すと第9図が得られ、回帰式は

$$\log y = 3.13 \log x - 2.51$$

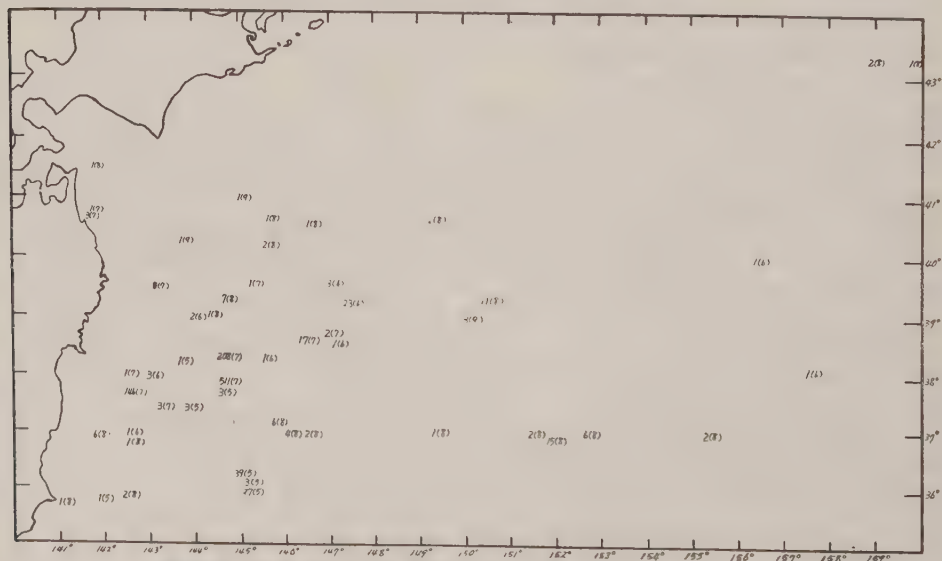
で表される。これを相関分析すると、回帰項は0.1%以下の危険率で有意である。即ち、マアジは15cmのもので20,000、20cmのもので50,000、25cmのもので100,000、30cmのもので180,000の卵を産卵することになる。

6.3. 初めて成熟する体長

成熟した生殖巣を有するものは第Ⅲ群および第Ⅳ群に属しており、第Ⅱ群では見られないようである。成熟過程にある魚のうちもつとも体長の小さいものは、宮城沖で獲られた14cm台のものであり、資料の範囲内では、最初に成熟する体長であるということが出来る。前述のように、北海道の標本では第Ⅲ群は得られていないので、北海道近海では、産卵は行われないものと考えられる。

7. 東北海区の稚魚・幼魚

第10図に、昭和27年・28年・29年および33年に、東北海区に於いて稚魚網によつて採集されたマアジの稚魚・幼魚の分布を示した。この採集物は、東北水研の海洋調査の際に得られたものである。この図から明らかなように、マアジの幼稚魚は、東北海区に非常に広く分布している*が、



第10図 稚魚・幼魚の採集位置と尾数。括弧内は採集された月。

1曳網当りの採集尾数は、145°E以西の近海部で多く、沖合に行くほど少なくなっている。次に、経度を適当に区切つて海区を東西に区分し、各水域別にその中での採集物の体長組成（小達技官測

* 北米の太平洋岸でも同様な結果が得られている (California cooperative oceanic fisheries investigations 7)。

定)を描くと第11図が得られる。これから、岸側の体長は平均して小さく、沖側の体長が平均して大きい傾向は明かである。これらのことは、沖合のものは沿岸部から流れによって運ばれたものであつて、マアジの産卵は沿岸で行われていることを示している。

第1節でも述べたが、マアジは沿岸性の強い魚種であつて、沖合漁業として

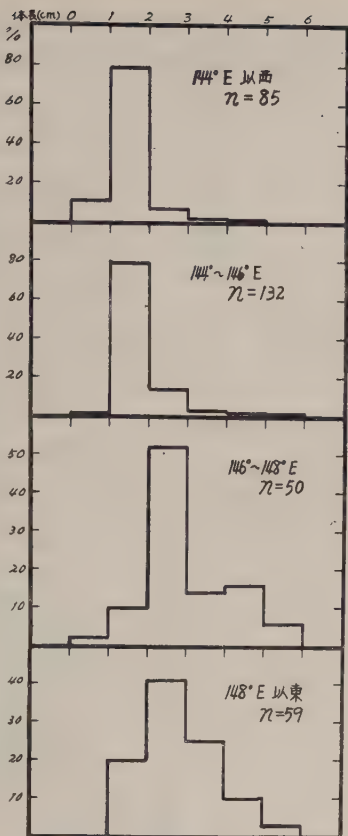
は東支那海の底曳漁業しか存在しない。しかも東支那海は、塩素量が低く、極めて沿岸的な性格の水域である。このことは、上述の幼稚魚の分布をよく説明することが出来る。

次に、 145°E 以西について月別の1曳網当りの採集尾数に注意すると、7月の尾数が非常に多いことに気付く。しかも、 145°E 以西の水域の採集物は大部分が体長2cm以下のもので、孵化後あまり日数が経過しているとは考えられない。このことは、マアジの東北海区に於ける産卵が、7月に集中的に行われていることを示すものである。

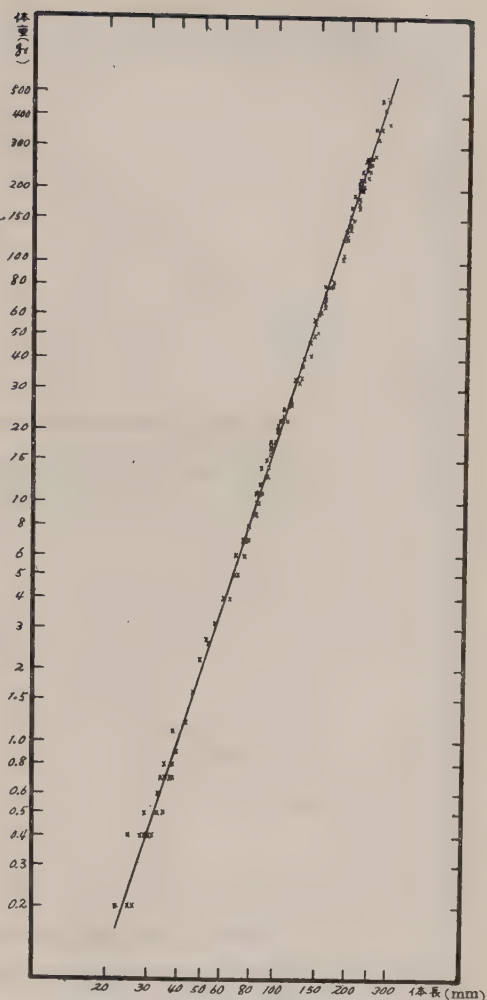
次に興味のある事実は、東北水研で行つた昭和24年・25年の海洋調査の際には、マアジの幼稚魚は、1尾も採集されていないことである*。それが近年になつてかなり採集され出したということとは、以前には東北海区に來遊しなかつた産卵魚が、最近になつて來遊しているということであろう。このことは、第2節で推定した資源量の増大と深い関係を持つて居り、資源量が増大するとともに、産卵水域の北限が北上していることを示すものである。

8. 相 対 成 長

x 軸に体長の対数を取り、 y 軸に体重の対数をとつてその関係を示すと、第12図が得られる。

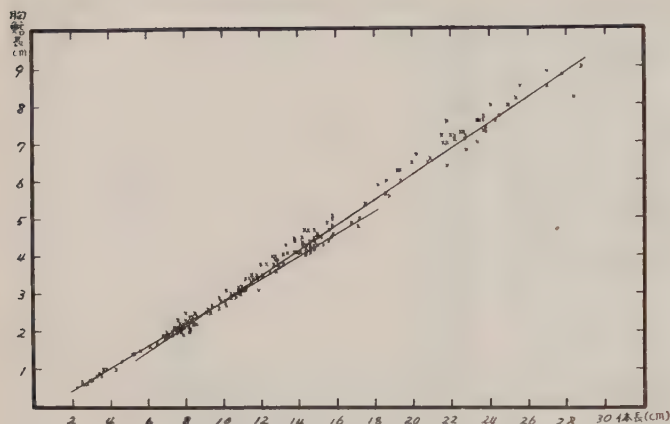


第11図 稚魚・幼魚の水域別体長組成。

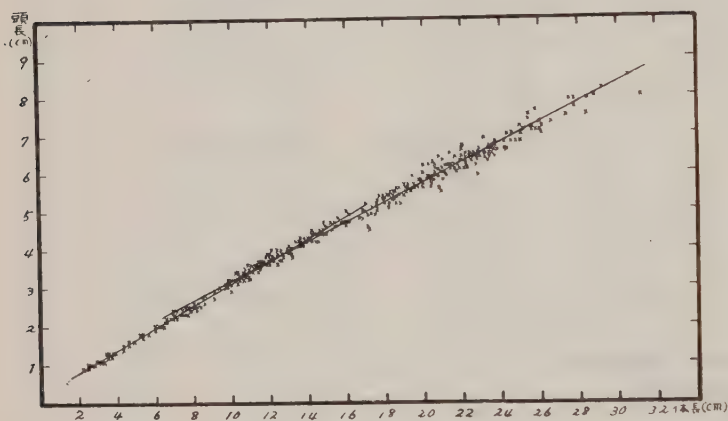


第12図 マアジの体長・体重関係。

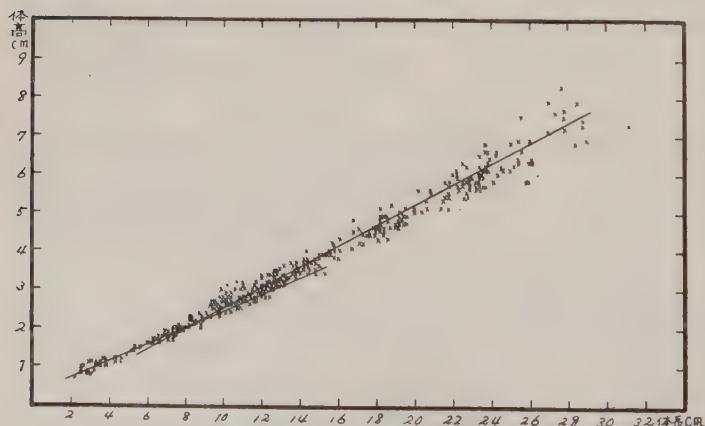
* 東北水研海洋資源年報海洋調査篇 昭和24年度および昭和25年度を参照。



第13図 胸鰭長と体長との関係。



第14図 頭長と体長との関係。



第15図 体高と体長との関係。

体長を x (cm)、体重を y (gr) と置けば、アロメトリの式は

$$y=0.0136x^{3.10}$$

で表される。

次に、胸鰭長、頭長および体高と体長との関係を示すと、第13図、第14図および第15図が得られる。何れも、体長 10cm 附近のところに変曲点が見出される*。もともと相対成長というのは、生理的生態的諸条件の変化に対応した体形の変化を示すものである。従つてマアジに於いては、体長 10 cm に達した時に重大な生理的变化が生ずると考えられる。具体的には、体長 10 cm より小さいものは、それより大きなものよりも胸鰭が相対的に小さく、頭長が相対的に大きく、体高が相対的に小さいことになる。マアジは、体の後半分を左右に動かすことによつて前進するのであるから、頭が相対的に小さくなり体高が相対的に大きくなることは、推進力が増大することである。又胸鰭は、マアジでは上昇下降の際の翼の役割を演ずるものであるから、胸鰭が相対的に大きく、

なることは、上昇下降の効率がよくなることを示している。即ち、マアジは体長 10cm 前後に達した時に運動力と運動の効率がずっと増大するわけで、流れに対して受身の立場から、流れ

* 山田⁸⁾によれば、体長が130~140mmより大きくなると吻長が眼径よりも大きくなり、又130mm以上になると、体表面積が著しく大きくなる。

に抗して遊泳出来る立場に変わるものと思われる。このことは、北海道でわずかに漁獲されるもの10cm以下のものであることに対応しているのであつて、これらの魚では、自ら環境を選択する力が弱いことを示している。

更に、このことは性成熟とも関連しているものであろう。第6節で述べたように、得られた標本の中で成熟過程にある卵を持つたマアジのもつとも小さいものは、体長14cmであり、10cm頃から、成熟を開始するものと考えられる。

9. 食 性

魚類の食性は、かなり融通性があり、その捕食する食物の大きさは、魚の捕獲力および口の大きさによつて規定される。この観点から、調べられた全標本について、体長別に胃の内容物をまとめて第4表に示した。第4表の数字は、それぞれの食餌動物の見出された魚の個体数であつ

第4表 体長別種類別の胃内容物。

種 類	体 長	5-15cm	15-25cm	25-35cm
Fish adults			3	2
Anchovy larvae			8	
Unidentified fish larvae	3			
Oikopleura fusiformis	1	5		
Small shrimps	1	9		
Euphausia Pacifica		1	2	
Unidentified euphausiids		1	2	
Themisto sp.	20			1
Unidentified amphipods	2			7
Calanus plumchrus				1
” helgolandicus				1
” vulgaris				1
” finmarchicus	25			
Euchaeta marina				1
” japonica			28	1
” sp.				1
Unidentified calanids				7
Candacia sp.				1
Cypridina hilgendorfi			1	
Unidentified crustaceans			12	1
Small squids			9	
Polychaeta			2	
Sagitta sp.	1			1

て、同一の胃袋から幾種類かの動物が見出された場合には、それぞれの項目の下に一つの単位として記載されている。この表から明らなように、15cm以下のマアジでは、胃内容物はすべてプランクトン性のものであり、Suyehiro⁹⁾の調べた結果と一致している。又15cm以上のものでも、胃内容はほとんどがプランクトンであり、成魚を食している例は少ない。従つてマアジは、基本的にはプランクトン食性であるということが出来る。

次に、マアジが飽食した場合に、体重の何%の重量の餌をとるかについて考える。この計算の

基礎となる標本として、次の基準によるものをつた。即ち、（１）胃の中に食物が充満し、胃壁がすき通る程薄く伸びていること、（２）胃の中の食物の形が崩れて居らず、摂餌直後と判断出来ること、である。そうして、この基準にあてはまる二つの標本について上述の値を計算した。第１の標本は、昭和30年12月に東支那海で得られたもので、体長は20.0~23.4cmで第Ⅲ群に属し、何れも *Euchaeta japonica* を飽食していた22尾である。百分率は分布幅が0.7~1.6%で、平均値は1.1%であつた。第２の標本は昭和30年7月に北海道戸井近海で得られたもので、体長9.0~10.4cmで第Ⅱ群に属し、何れも *Themisto* sp. を飽食していた4尾である。百分率は分布幅が0.9~1.6%で、平均値は1.3%であつた。これらの例から、マアジは大体に於て、プランクトン性甲殻類をとる場合には、一度に体重の0.7~1.6%、平均として1.1~1.3%のものを捕食すると考えてよいだろう。

10. 計数形質の地理的傾斜

マアジの側線鱗は特殊な形をして居り、楯鱗と呼ばれて、側線の全範囲にわたつて存在している。昭和30年に得られた標本で、体長10~20cmのものの側線鱗数の平均値を水域別に示すと、第5

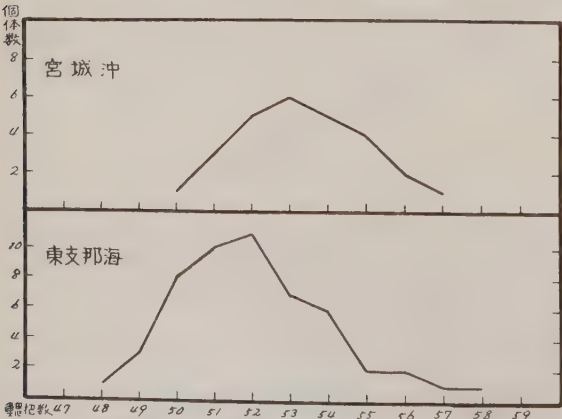
第5表 昭和30年に得られた、体長 10~20cm のマアジの水域別の楯鱗数。

水 域	個体数	平均値	分 散
宮 城 沖	34	71.50	2.62
静 岡 沖	83	71.66	3.47
東シナ海	19	72.11	1.32
新 潟 沖	39	71.69	2.27

第6表 昭和29年~31年に得られたマアジの水域別の楯鱗数。

水 域	個体数	平均値	分 散
宮 城 沖	45	71.38	2.42
千 葉 沖	97	71.38	2.43
静 岡 沖	97	71.64	3.56
東シナ海	99	71.93	2.98
新 潟 沖	100	71.78	2.80

表が得られる。日本列島の東西両岸に於いて、北程平均値が小さく、南程大きい傾向は明瞭である。他の年のもの及び上述の体長範囲以外のものも含めて計算すると、第6表が得られる。この



第16図 宮城県沖と東支那海で得られた二つの標本の鰓耙数の分布。

場合に於いても同様な事実が明かに認められる。即ち、マアジでは楯鱗数に於て、北低南高の傾向が存在するといえよう。

次に、昭和30年7月30日に宮城県沖で得られた体長14.2~15.8cmのもの27尾と、昭和31年2月17日に東支那海で得られた体長10.8~14.9cmのもの54尾の鰓耙数を較べると（第16図）、宮城県沖の方が平均値が高く（5%以下の危険率で有意）、北高南低の傾向が認められる。

以上のように、二つの計数形質に於い

て南北に明瞭な傾斜があるという事実は、産卵水域が南北に広いという事実に対応しているのであつて、ローカルなポピュレーションの存在が考えられ、又これらのポピュレーション間の混合がさして激しくないことを示しているのであつて、個々の魚の回遊範囲はそれほど大きくないと思われる。

本水研所長木村博士は本研究の遂行に援助を与えられ、又東海水研阿部博士には研究の開始に当つて指導していただいた。標本の採集には、日本海水研深滝・永田両技官、西海水研最首光三技官、南海水研横田技官、千葉水試渡辺技師の御協力をいただいた。本水研の堀田博士、佐藤・小達繁・小達和子の諸技官、浅野・田中の両氏およびその他の方々には色々と御援助をいただいた。以上記して感謝したい。

11. 要 約

- 1 マアジの漁獲量は戦後急激に増大した。これは主として、資源量の増大によるものと考えられる。
- 2 北上魚群の主群は、7月から9月にかけて太平洋岸を北上して青森県沖に達し、そこに11月まで滞泳し、又日本海岸では4月から6月にかけて北上して秋田県沖に達し、そこに11月まで滞泳している。
- 3 マアジの主群は、太平洋岸では20~21°Cの水帯と共に北上する。
- 4 太平洋・日本海両岸に於て、北程高年魚の割合が少い。
- 5 マアジの1回の平均産卵数は、体長15cmのもので20,000、20cmのもので50,000、25cmのもので100,000、30cmのもので180,000と考えられる。
- 6 初めて成熟する体長は14cmと考えられる。
- 7 東北海区で採集された稚魚・幼魚の体長分布から、産卵は沿岸で行われると推定される。産卵期の中心は7月と考えられる。
- 8 マアジでは、体長10cm前後で大きな生理的・生態的变化が起るものと思われる。
- 9 マアジはプランクトン食性であり、一度に体重の1.1~1.3%の餌を取るものと考えられる。
- 10 楯鱗数および鰓耙数には南北の傾斜が認められる。

12. 文 献

- 1) 川崎 健：水産科学、5(4)、12~16、(1956)
- 2) 畑中正吉：日水誌、15(11)、678~680、(1950)
- 3) 川崎 健：東北水研 研究報告、12、46~79、(1958)
- 4) 三淵英弘、岸本源治、塩見元晶、相川広秋：対馬暖流開発調査報告書、4、133~144、(1958)
- 5) Hattori S., Watanabe T., & Okutani T.: Rec. Ocean. Wor. Japan, Sp. No., 143~158, (1957)
- 6) 九大アジ・サバ研究グループ：対馬暖流開発調査 第5回シンポジウム発表論文、135~152、(1957)
- 7) California Cooperative Oceanic Fisheries Investigations: Progress Report, 1 April 1955-30 June 1956, (1956)
- 8) 山田鉄雄：対馬暖流開発調査報告書、4、145~174、(1958)
- 9) Suyehiro Y.: Jap. Jour. Zool., 10(1)、1~303、(1942)

アオノリ類の生態的研究 (I) ヒメアオノリ ※, ※※

Enteromorpha nana var. *minima* SJÖSTEDT

秋 山 和 夫

ECOLOGICAL STUDY OF *ENTEROMORPHA*

(I) *Enteromorpha nana* var. *minima* SJÖSTEDT

By

Kazuo AKIYAMA

The writer observed *E. nana* var. *minima* in Matsushima Bay, Miyagi Prefecture in 1955 to '56, and made a culture experiment in the laboratory.

1) The plant has the following character. Frond arising from a basal disc, filiform or linear-spatulate, simple, rarely scarcely branched, tubular, often somewhat compressed in the upper part, 5~7~(15) cm long, 2~4~(10) mm broad and 14~20~(25) μ thick; cells 4~7 μ diam, arranged in no definite order.

2) The plant grows in the upper to lower part of the intertidal zone and is luxuriant in winter to spring. It is visible to the naked eye in the upper part in early September and fully grows in December, on the other hand in the lower part it is late in appearance and grows well in March. The plant in both parts grows in abundance until early June, afterwards it gradually decays and in August it leaves only its disc and microscopic erect part. Mature plants with zoospores are seen throughout the year, but those with gametes are not found.

3) Zoospores are pear-shaped, 5~7 μ long, with four flagella, lack in an eye spot and show no phototaxis. Liberated zoospores become spherical after attaching to the substratum and then issue a germination tube. Apical part of the tube becomes enlarged, rich in contents and is separated from the original spore by a wall. Original spores are empty. The apical cells develop into a pseudoparenchymatous disc, afterwards the disc divides into two layer in the central part and then issues an upright bud there. The upright bud at first is formed singly on one disc, later it increases in number.

4) In the culture of the zoospores three generations with zoospores only repeated during a year.

5) From the observations and the cultures the plant seems to propagate by zoospores and additionally by discs.

アオノリ類は食用、餌料、肥料等に利用されているが、反面海苔類に着生して海苔養殖上の害藻としても見逃せないものである。このアオノリ類については古くから多くの人々により研究されて来ているが、之が利用及防除・駆除の立場から生態的な面の一層の研究が望まれている。又この面の研究はアオノリ類の分類に対しても資するものがあると思われる。

※ 東北海区水産研究所業績 第132号

※※ アマノリ養殖の害敵藻類に関する研究 (Studies of injurious algae to Porphyra-culture) 1.

ヒメアオノリの発生・生態については先づ Bliding (1938) が *E. minima* Näg. の名のもとにスウェーデン産の材料で観察を行つている。それによると6月～8月に繁茂し、游走子のみを形成して繁殖を繰返し、所謂世代交番は行われぬ。また游走子は小さくて眼点なく、趨光性を持たず、その発芽体は盤状に発生し、後に直立部が形成される。更に之等の特徴が他のアオノリ類と区別されるので、之を新属とすべきではないかと述べている。我国では山田・神田 (1941, '44) が室蘭産のものについて観察し、4月～8月に生育する季節的消長の顕著な植物で、Blidingの場合と同様に游走子は発芽後盤状体に発生し、後に直立部を作り游走子による繁殖だけを繰返し、配偶子の見られない事を報告している。又、新崎 (1946^{1,2}) は伊勢・三河湾産のものでは11月～6月に生育し、特に冬期によく繁茂し、繁殖法及游走子の発生様式は Bliding, 山田・神田の観察と一致することを述べている。

本種の学名及和名について、本種は Kützing (1849) によつて *E. minima* Näg. として初めて記載され、Sjöstedt (1939) は詳しい分類学的考察を行つて之を *E. nana* var. *minima* (Näg.) Sjöstedt とした。後に Kylin (1947, '49) は Bliding (1938) が述べたようにその発生様式等が他のアオノリ類と異なる点から *Blidingia* なる新属を設け之を *B. minima* (Näg.) Kylin とした。この点について筆者はアオノリ類にはなお多くの不明の点があるように思われるのでこゝでは Sjöstedt の *E. nana* var. *minima* なる学名を採用した。和名については山田・田中がヒメアオノリとして新称し、新崎は1946^{1,2} に夫々ホソアノリ、コスダアノリとしているが、山田・田中のヒメアオノリを採用した。

今回、当地方に産するこの植物について生態的観察を行つたので報告する。観察は1955年9月から翌年10月に至る約1年間、宮城県松島湾口の代ヶ崎地先の堤防の積石に生育するものについて、1潮乃至2潮毎に採集観察を行つた。観察はすべて生の材料で行つた。

報告に先だち御指導と本報告の御校閲をされていた当研究所、黒木宗尚技官に心からの御礼を申し上げる。又御激励をいただいた当研究所谷田専治博士及本種の分類学的取扱いに就て御教示を受けた北大教授山田幸男博士に厚く感謝申し上げます。

形 態

体は微小な盤状の附着部と長筵状又は線状の直立部を有する。直立部は単条で稀に僅かに分枝し、管状又は時に上部に於てゆるく扁圧する。体の中上部に於ては多少皺を有する。葉長は普通5～7cm、巾2～4mm

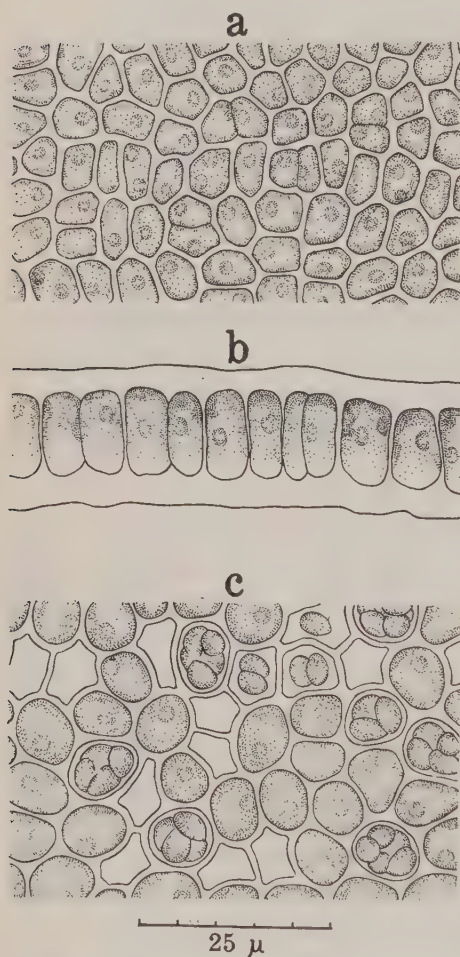
位なるも低水位或は岩蔭のもの等では稀に15cm位、巾1cm位迄になる。長さは巾の10～20倍位である (第1図)。体の下部は緑色を呈するが上部になるに従い稍黄色味を帯びる傾向がある。成



第1図 ヒメアオノリ *E. nana* var. *minima*, 1956年5月9日松島湾にて採集の成熟個体

Fig. 1. Mature plant of *E. nana* var. *minima*, collected in Matsushima Bay on May 9, 1956 (Mature fronds). $\times 7/10$

熟個体は先端に游走子を放出した空の透明の細胞膜部をつける。細胞は小さく、縦横夫々 $4\sim7\mu$ 位の径を有し、角の比較的まろい不規則な4角形又は多角形をなし、順序なく配列する(第2図a)。基部近くの細胞は多少細長くなる。葉体の厚さは普通 $14\sim20\sim(25)\mu$ 位で、内外膜共に薄く



第2図 ヒメアオノリ

- a. 栄養細胞表面観
- b. 同横断面
- c. 成熟部表面観

Fig. 2. *E. nana* var. *minima*.

- a: surface view of vegetative part
 - b: cross section of the same
 - c: surface view of mature part.
- ×1000.

(第2図, b) 基部に於ては内膜が少々厚くなる。色素体は板状で1個、時に2個のピレノイドを有す。体の上部の細胞から順次游走子嚢となつて游走子を形成する。游走子嚢は $6\sim12\mu$ 位の球形・随円形をなす。この成熟部では游走子嚢、栄養細胞及すでに游走子を放出した空の細胞が夫々不規則に混在し、ウスバアオノリ *E. linza* やアナアオサ *Ulva pertusa* で一般に見られる様に葉体上部の或る部分の細胞が同時に成熟する様な事は見られない(第2図, c)。

消 長

この植物は潮間帯の比較的高い部分に見られ、石その他に密生する。1955年から'56年にかけての観察期間で、出現は9月初頃に肉眼で認められる微小体として見え始めた。以後徐々に生長して冬・春の候によく繁茂し、6月終頃になると急速に衰退し8月及9月上旬には最も衰微した。

各観察時に採集した葉体について成熟個体の最大長、最小長及未熟個体の最大長を、各回夫々5~10個体宛とつて平均の長さを示すと第3図の様である。なおこの期間中の塩釜港に於ける水温及比重(午前10時、表面)の旬平均も併せ図示した。

即、1955年9月2日には潮間帯の高い部分に最大0.3cm位のものが見られたが、11月29日には2cm前後となり、12月に入ってから急に生長が見られ1月12日には8~9cm位迄になつた。しかし以後の伸長は殆んど見られず3月~5月にかけての期間は漸時その葉長は減少した。6月に入ると

更に衰退し、6月8日には5cm位、6月23日には2cm位迄になつて居た。更に8月に入ると肉眼的大きさの葉体は認められなくなり、密生していた部分に座(盤状部)のみが残存していた。一方3月末頃から潮間帯の比較的低い部分や岩蔭の部分で新しい個体が現われ始め此等は良く生長して5月9日には14~15cm位のもの迄見られた。しかし以後は此等のものも次第に衰微して高水位部に生育していたものと同様8月には認められなくなつた。9月7日には未だ肉眼的な大

きさの葉体はなく10月4日に再び高水位部の岩に残存した座（盤状部）から0.5cm位迄に生長した葉体が出現して来ていた。

繁殖器官の形成

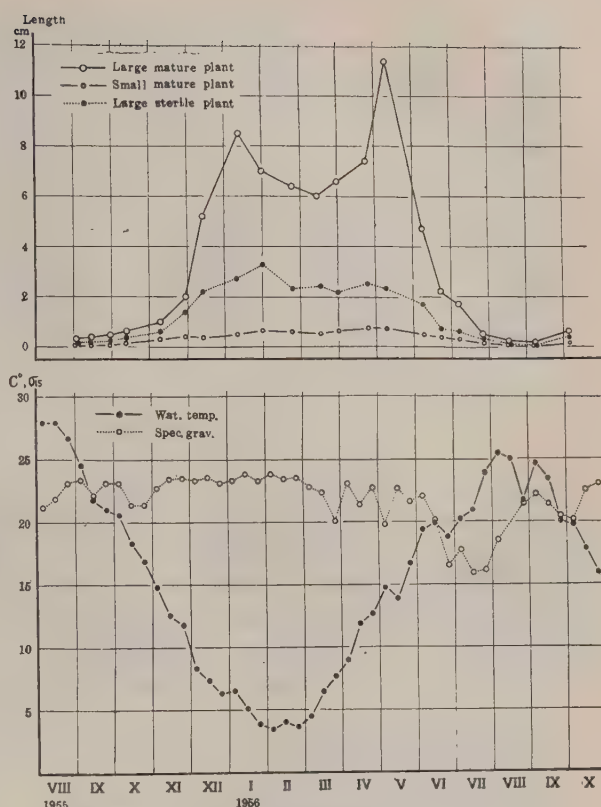
観察せる1年間を通じて成熟個体が得られた。即、1955年9月2日、14日のものは葉長が最大で0.3cm位の微小個体であつたが游走細胞の放出が認められた。なおこの2回のは放出数が少かつた為、之が游走子であつた事は確認していない。1955年9月29日から翌年7月25日に至る間の16回の観察に於ては成熟個体多く、各回20~30個体宛の観察で何れも游走子だけを放出し配偶子を放出する個体は見られなかつた。この間、秋から冬にかけては葉長の増加と共に遊走子の放出も多くなり、特に冬・春の候には放出が盛であつた。なお生育盛期の冬・春でも第3図に示した様に0.5cm位の小型の個体迄成熟しているものが見られた。56年8月14日、20日及9月7日の3日間の観察時には葉体は肉眼で認められなかつたが、高水位部の密生していた部分には座（盤状部）を残し検鏡すると200 μ 位迄の小型の直立部を多く存し、これらの中には小数年成熟細胞を有する個体があつた。此等の葉体からの游走細胞については放出が稀であつたので直接には観察出来なかつたが、座のついている石片を取りスライドグラス上にて培養したところ、明にヒメアヲノリと思われる新しい発芽体が少数認められた。

上記の夏期に於ける游走細胞は游走子なる事は確認していないが、葉体成熟部の状態及附着後の発芽様式等が游走子の場合と全く異らず、又この期間以外は游走子を放出する個体だけが見られ配偶子を放出する個体は見られなかつた事及後述する培養実験の結果（培養実験Ⅱ）が游走子による繁殖だけを繰返した事等から、この游走細胞も游走子ではなかつたかと推察される。この様にこの植物は放出量には勿論盛衰はあるが周年游走子による繁殖が行われていた。なお観察せる何れの時期にも繁殖器官を形成してない未熟の微小の幼体は認められた。

游走子の培養

実験Ⅰ

1956年1月12日採集の葉体を用い同日に游走子を放出させて室内培養を行つた。培養水は瀧過



第3図 ヒメアヲノリの葉長の季節的变化及塩釜港における水温・比重（旬平均）

Fig. 3. Seasonal change of *E. nana* var. *minima*, water temperature and specific gravity of Shiogama Harbour (average of every ten days).



第4図 ヒメアオノリの游走子とその発芽体
1956年1月12日培養を始めたもの (I)
a. 游走子 b~l. 游走子の発芽体 b. 附着直後
c, d. 2日後 e. 4日後 f. 7日後 g~i. 24日後
j~l. 34日後
Fig. 4. *E. nana* var. *minima*, zoospore and its
sporelings in the culture of Jan. 12, 1956. (I)
a : zoospore, b~l : sporelings of zoospores
in the various stages, b : settled spore,
c, d : after two days, e : after four days,
f : after seven days, g~i : after 24 days, j~l :
after 34 days. $\times 1000$.

原胞子は空になつていた (第4図b~d)。次いでこの発芽管の細胞は分裂を始め7日後には2細胞になり、以後細胞分裂を続けて不規則に枝分れて互に相接し、34日後 (2月15日) には15細胞位、径 $30\sim 40\mu$ の一層細胞の盤状体になつた (第4図e~l)。46日後 (2月27日) には更に細胞数を増し $50\sim 80\mu$ 位の盤状体となり中央部の細胞は2層になり直立部の原基が形成され始めているのが認められた (第5図)。以後更に盤状部の増大及中央部の細胞の分裂が進み中空の直立部が形成された (第6図)。この直立部は発生初期に於ては普通1つの盤状体に1つ時に2つ形成されるが、生長と共に順次その形成数を増し、後には10本以上の直立部が形成された個体も稀ではなかつた。

実 験 II

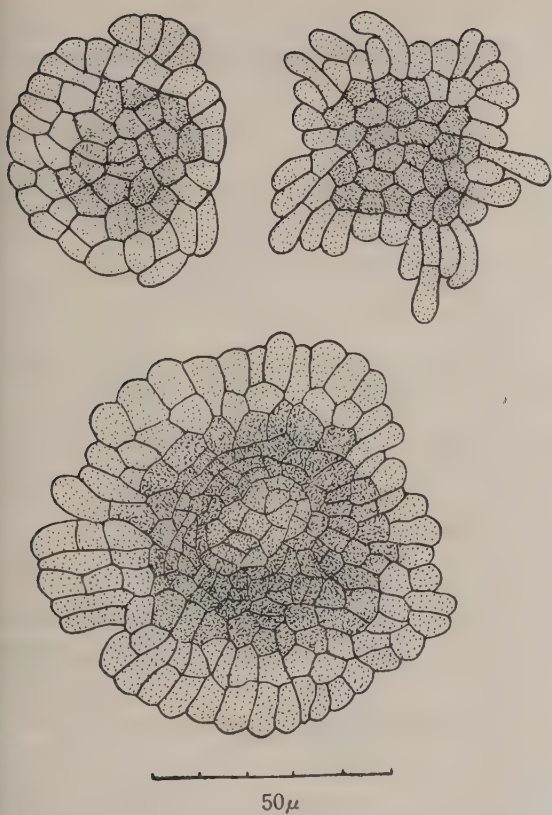
次に游走細胞を長期培養した結果について述べる。培養の方法は実験Iの場合と同様である。

1) 1955年9月2日に採集した葉体の1つが放出した游走細胞を培養した。此が翌年1月末

海水1Lに $\text{KNO}_3\sim 0.1\text{g}$, $\text{Na}_2\text{HPO}_4\sim 0.02\text{g}$ を加えたものを使用し、径7.5cm, 深さ9.5cmのガラス製培養器を用い基質にはスライドガラスを使用した。培養水の交換は10~20日毎に行つた。

放出された游走子は西洋梨型で長さ $5\sim 7\mu$, 巾 $4\sim 6\mu$ 位あり、先端部に長さ $8\sim 10\sim (12)\mu$ の4本の鞭毛をもち、眼点を欠き趨光性はない。放出後、小さな円をかき活発に泳ぎ廻るが運動時間は区々のようである。短いものでは放出後間もなく着生するが長いものではスライドガラス上にて放出後5時間経ても大部分のものが活発に泳ぎ、24時間後にも少数游泳していたものがあつた。

游走子は附着後、偽盤状体となり、後に中央部に直立部を形成するが、その経過は第4, 5及6図に示す通りである。即、附着後鞭毛を失ひ $4\sim 7\mu$ の球状体となり、2日後にはこの球状体から発芽管を出しその先端が $4\sim 8\mu$ 位に膨大し、内容が移り隔膜が形成されて



第5図 ヒメアオノリの游走子の発芽体 1956年1月12日培養を始めたもの(Ⅱ) 46日後(2月27日)

Fig. 5. *E. nana* var. *minima*, sporelings of zoospores in the culture of Jan. 12, 1956 (II) After 46 days (Feb. 27). $\times 700$.



第6図 ヒメアオノリの游走子の発芽体 1956年1月12日培養を始めたもの(Ⅲ) 85日後(4月7日)

Fig. 6. *E. nana* var. *minima*, sporelings of zoospores in the culture of Jan. 12, 1956. (III) After 85 days (Apr. 7). $\times 60$.

には葉長3~5cm位迄の大きさに生長し、成熟せる個体も多く見られた。しかして此等の成熟個体は何れも游走子を放出した。

2) 次にこの成熟個体の中の1つを選び游走子を放出させて2月2日に再び培養を始めた。此等は6月初には3cm位迄の大きさに生長し、成熟個体は何れも再び游走子を放出した。

3) 更にこの中の成熟個体の1つが放出した游走子を6月8日に培養を始めたところ8月16日には200~300 μ 位の直立部を有する未熟の盤状体に生長した。

以上の様に各回の生長には多少の遅速が見られたが、その発生様式や成熟については同様であり游走子による繁殖だけで略1年の間に3代を繰返した。

なお培養実験中の室温を第1表に示した。

考 察

上記の如き観察・実験により本植物は当地方では殆ど周年その存在を認めることが出来るが8~9月に最も衰微し、12月~6月に最も良く繁茂している。そして殆んど周年游走子を形成し之によつて2・3代或は数代の繁殖を繰返している。又この游走子による繁殖と共に盤状部即ち座

第1表 培養実験中の室温

Table 1. Temperature in the laboratory during the culture experiments.

Date	Mean	Max.	Min.	Date	Mean	Max.	Min.
1955				1956			
Sept. 1~10	23.2	27.2	20.3	Mar. 1~10	11.9	14.0	4.5
	21.8	27.2	19.3		14.0	16.7	4.4
	20.7	25.7	18.3		12.6	13.6	6.2
Octo. 1~10	19.6	24.7	15.9	Apr. 1~10	13.2	15.1	7.0
	17.6	21.9	14.1		14.7	20.2	10.7
	16.1	20.7	13.0		14.1	19.2	9.7
Nov. 1~10	13.3	18.2	9.6	May 1~10	16.0	20.8	10.9
	11.8	16.3	8.7		16.6	20.9	12.9
	11.0	17.4	7.0		18.8	23.8	14.2
Dec. 1~10	10.2	17.4	5.9	June 1~10	20.8	25.8	16.9
	9.7	16.4	2.7		20.9	25.0	17.1
	10.0	18.0	4.7		20.1	24.1	16.7
1956				1956			
Jan. 1~10	7.4	16.4	3.8	July 1~10	20.9	23.7	18.7
	13.4	15.2	3.5		21.1	26.1	19.0
	13.1	14.7	4.1		24.2	29.4	21.0
Feb. 1~10	12.5	14.1	3.3	Aug. 1~10	25.6	30.5	21.1
	13.2	15.9	3.7		24.2	27.7	21.3
	11.9	14.1	2.7		21.3	24.0	19.3

The temperature was measured by an autothermometre.

の残存越冬、及之による直立部（葉体）の増加が見られた。

この生育期を山田・神田（1941, '44）、新崎（1946¹⁾）の報告と比較してみると伊勢・三河湾産のそれに近く、室蘭のものは当地方よりあとにずれているように思われる。

游走子の形質・発生様式は此迄の報告と一致している。培養の場合に山田・神田の報告によると培養を始めてから約1年後の6月末になつて成熟し、游走子を放出しているが、今回の実験では約1年間に略3代を繰返している。

引 用 文 献

- 新 崎 盛 敏. 1946¹⁾. 青海苔. 東京:霞ヶ関書房
- . 1946²⁾. アワサ科ヒトエグサ科植物の胞子の発芽に就て. 生物, Vol. 1, No. 5~6.
- Bliding, C. 1938. Studien über Entwicklung und Systematik in der Gattung *Enteromorpha* I, Botaniska Notiser.
- Kylin, H. 1947. Über die Fortpflanzungsverhältnisse in der Ordnung Ulvales. Fysiogr. Sällsk. Förhandl., Bd. 17, Nr. 17, Lund.
- . 1949. Die Chlorophyceen der schwedischen Westküste. Lunds Univ. Arsskr., N.F. Afd. 2, Bd. 45, Lund.
- Y. Yamada and T. Kanda. 1941. On the culture experiment of *Monostroma zostericola* and *Enteromorpha nana*, var. *minima*, Sci. Pap. of Inst. of Alg., Res. Fac. of Sci., Hokkaido Imp. Univ., Vol. II, No. 2.
- 山田幸男・神田千代一. 1944. 室蘭産アワソリ (*Enteromorpha nana* var. *minima* Sjoest.) の生活史. 日本水産学会誌, Vol. 12, No. 6.
- Y. Yamada and T. Tanaka. 1944. Marine algae in the vicinity of the Akkesi Marine Biological Station. Sci. Pap. of Inst. of Alg. Res. Fac. of Sci., Hokkaido Imp. Univ., Vol. III, No. 1.

グリシン・セリン・タウリンのペーパー・クロマト グラフィーによる分離・検出[※]

梅 本 滋

PAPER CHROMATOGRAPHY OF GLYCINE, SERINE AND TAURINE USING PYRIDINE AS DEVELOPING SOLVENT

By

Shigeru UMEMOTO

The paper chromatography is a useful tool for detection of amino acids, phenol and butanol are generally used as effective solvents. But these solvents do not give a wide distribution of R_f values to glycine, serine and taurine, so it is difficult for the separation of the above three amino acids into discrete spots on paper chromatograms.

I examined some solvents and observed the desirable separating results using pyridine as a solvent for detection of glycine, serine and taurine. The obtained R_f values were glycine 0.55, serine 0.63 and taurine 0.80 using as a solvent of pyridine, water (65:35). When the sample is not a simple mixture but contains glycine, serine, taurine and various amino acids mixture, it is necessary to carry out two dimensional paper chromatography. In this case, phenol-pyridine solvent system was effective: 1st direction was phenol, 0.1% NH_4OH (90:35), 2nd direction pyridine, water (65:35). Applying this solvent system, I could detect glycine, serine and taurine in fish meat extractives of the Pacific saury (*Colorabis saira* (Brevoort)), skipjack (*Katsuoonus pelamis* (Linne)) and goby (*Acanthogobius flavimanus* (T. & S.)). Despite of relatively less sensitivity of taurine-ninhydrin colour reaction, I observed intensely developed spots of taurine on the chromatograms of the above fish meat extractives.

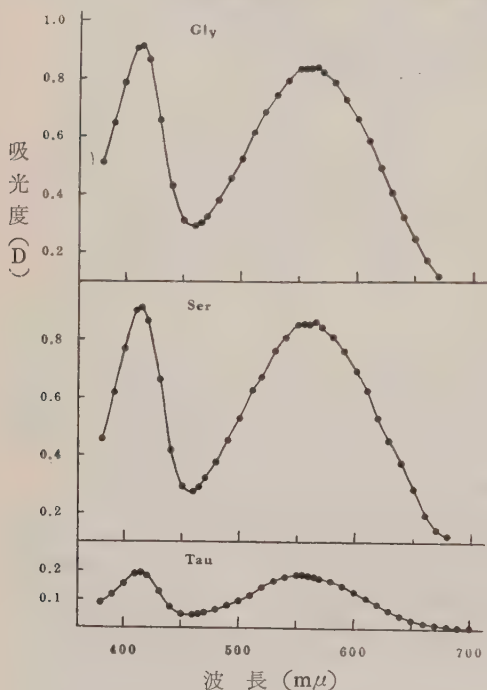
アミノ酸のペーパー・クロマトグラフィーにおいて、展開溶剤としてはフェノール、ブタノール系のものが実用的であるとされている。しかしこれ等の溶剤では、グリシン・セリン・タウリンの夫々の R_f があまり大きくはちがわないため、二次元クロマトグラフィーでもスポットが互に重なり合い、分離した別々のスポットとしてみられることは少い。一方、魚肉エキスを試料として、フェノールやブタノールを用いて展開を行うと、そのクロマトグラムにはグリシン・セリン・タウリンに相当する部位にニンヒドリンで強く発色する大きなスポットが見られるが、何れのアミノ酸であるかの判別に困難を感じる。著者は上記3種のアミノ酸はピリジンを展開溶剤としてペーパー・クロマトグラフィーを行うと、夫々のアミノ酸が分離された個々のスポットとして判別、検出ができることを知つたので報告する。

※ 東北海区水産研究所業績 第133号

実 験

ニンヒドリンで発色させたアミノ酸のスポットの色調

濾紙上にニンヒドリンで発色させたグリシン・セリン・タウリンのスポットの色調には僅かながら差のみられる記載もあるが^{1,2)}、その色調の差を肉眼的に明瞭に判別することは困難のようである。



第1図 ニンヒドリンで呈色したグリシン・セリン・タウリンの各スポットの吸収曲線

点がある。 R_f の値から考えて上記3種のアミノ酸の分離能のよさそうな溶剤として、ベンゼン・アルコール・*tert*-ブタノール・*n*-プロパノール・*iso*-プロパノール・ピリジン等を用いて各種アミノ酸について展開を試みたところ、ピリジンはグリシン・セリン・タウリンに対して展開溶剤としての分離能がルチデンと同程度によいことを知った。ピリジン・水 (65 : 35) を溶剤としたときの展開例の2、3を以下に示す。

例1. 試料：グリシン・セリン・タウリンの混合溶液、東洋濾紙No. 51A、溶剤ピリジン・水 (65 : 35)、上昇法で展開、このとき得られたクロマトグラムを次のようにして図示した。ニンヒドリンでアミノ酸を発色させた後、この呈色の安定化を図るために硝酸銅液（硝酸銅飽和水溶液 1.0ml に1%硝酸 0.2mlを加へ、これを95%メタノールで希釈して100mlにする）を噴霧し、次にアンモニヤガスに触れさせる³⁾、この処理によりアミノ酸のスポットは赤桃色に変る（吸収極大は $\lambda=480m\mu$, $530m\mu$ にみられる）。このクロマトグラムについて $\lambda=480m\mu$ での濾紙を透過して来る光量から吸光値を求めた。測定には日立分光光度計 EPU-2型に日立濾紙泳動附属装置 K-2型をとりつけて行つた（クロマトグラフィー、クロマトグラムの測定方法等の諸条件は以下の実験でもおなじ）。得られた結果を第2図に示す。濾紙に塗布した試料アミノ酸の夫

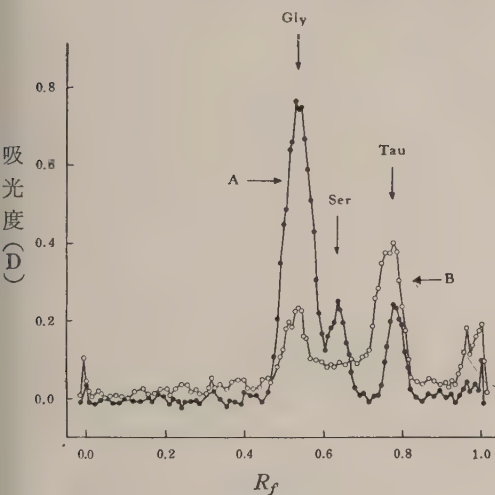
ある。そこでスポットが重なり合つてもこの呈色スポットの吸光曲線から、アミノ酸の判別が可能かどうかを知るために、濾紙上にニンヒドリンで発色させた夫々のアミノ酸のスポットについて、各波長で濾紙を透過して来る光量を測定して吸光曲線を求めた。その結果は第1図に示すように、主波長の位置に差はみられず、吸光曲線からグリシン・セリン・タウリンの3種のアミノ酸の判別は無理である。

展開溶剤としてのピリジンの分離能

スポットの色調の差を検出することによるアミノ酸の判別は無理であることを知つたので、個々のアミノ酸が夫々分離されたスポットとして展開されるような分離能のよい展開溶剤について検討を進めた。アミノ酸のペーパー・クロマトグラフィーに用いられる展開溶剤としては多くの種類の溶剤が報告されている。ルチデンはグリシン・セリン・タウリンの展開溶剤としてはその分離能の点で好適であるが、安定性や純品の入手等に難

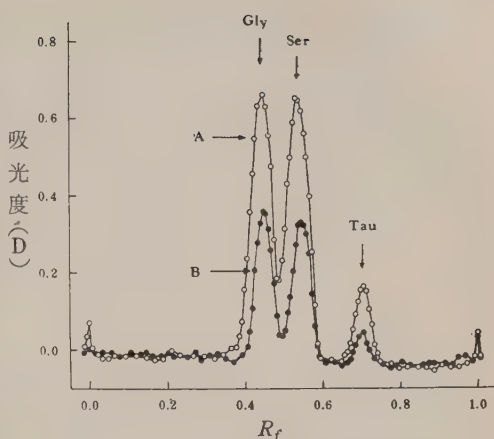
各の量は図中 A は 10 γ 、B は 2.5 γ で、吸光値がアミノ酸によつて異なるのはニヒドリンに対する夫々のアミノ酸の呈色の感度の差によるものと考へられる。尚クロマトグラムの観察では試料アミノ酸 10 γ の A はグリシン・セリンのスポットは一部分重なり連続しているが、2ケのスポットからなることが明瞭に判断でき、試料アミノ酸 2.5 γ の B では両アミノ酸のスポットは明らかに分離した 2 ケのスポットとして見られる。

例 2. 試料：サンマ肉エキス サンマ普通肉の 80% アルコール浸出液の濃縮物について、フェノール・0.1% アンモニヤ水 (90:35) で一次元ペーパー・クロマトグラフィーを行い、このクロマトグラムからグリシン・セリン・タウリンの存在している部分を切りとり、この濾紙小片を少量の水で抽出して得た液の濃縮物を試料とした。ピリジン・水 (65:35) で展開、クロマトグラムの吸光値を測定して得た結果は第 3 図に示すように、グリシン・タウリンの存在を知ることができる。

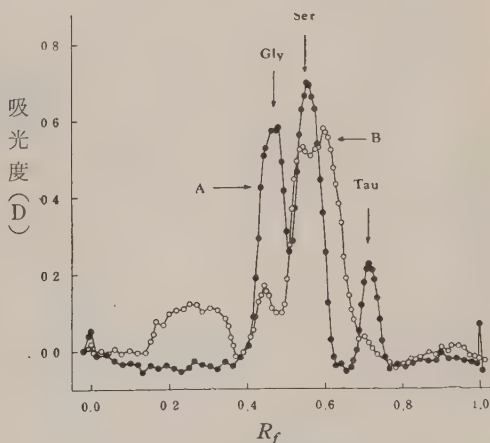


第 3 図 サンマ肉エキスのクロマトグラム(吸光量の曲線)、溶剤：ピリジン・水 (65:35)
A —●—●— グリシン・セリン・タウリンの混合溶液
B —○—○— サンマ肉エキス

例 3. 試料：セリン加水分解物 脱脂マユの熱水抽出液からアルコールで沈澱させて得た粗セリンを塩酸で加水分解、この加水分解液の濃縮液から前記例 2 サンマ肉エキスのときと同様にしてグリシン・セリン・タウリン区分を抽出、この抽出濃縮物を試料とした。ピリジン・水 (65:35) で展開、クロマトグラムの吸光値を測定して得た結果は第 4 図に示すように、グリシン・



第 2 図 グリシン・セリン・タウリンのクロマトグラム(吸光量の曲線)
溶剤：ピリジン・水 (65:35)
A —○—○— 試料アミノ酸 10 γ
B —●—●— 試料アミノ酸 2.5 γ



第 4 図 セリン加水分解物のクロマトグラム(吸光量の曲線)、溶剤：ピリジン・水 (65:35)
A —●—●— グリシン・セリン・タウリンの混合溶液
B —○—○— セリン加水分解物

セリンの存在を知ることができる。

グリシン・セリン・タウリンの R_f

ピリジン・水 (65 : 35) で展開して R_f 値を測定した結果は第 1 表のようである。尚表に併記した Bentley 等⁴⁾ の報告している値よりも、著者の高い R_f 値が得られている。

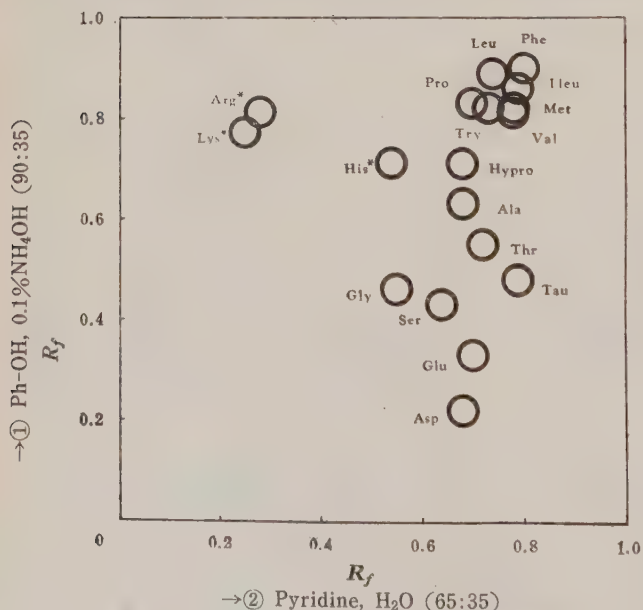
〔第 1 表〕 グリシン・セリン・タウリンの R_f 値

アミノ酸	R_f ※	
	著者	Bentley等 ⁴⁾
グリシン	0.55	0.41
セリン	0.63	0.51
タウリン	0.80	—

東洋濾紙 No. 51A, ピリジン (特級) ・ 水 (65 : 35)
上昇法, 東洋濾紙クロマト D-I 号器使用, 温度 25—
27°C, 時間 7 時間, 溶剤上昇距離 約 26cm

二次元ペーパー・クロマトグラフィーへの適用

前述例 1～3 のように試料が主にグリシン・セリン・タウリンの何れか又はそれ等の混合物であるときには、ピリジンを展開溶剤とする一次元ペーパー・クロマトグラフィーで 3 種のアミノ酸の検出ができるが、多種類のアミノ酸混合物が試料であるときには、前述の一次元のクロマトグラム上で個々のアミノ酸を夫々のスポットとして判別することは困難で、二次元の展開が必要



第 5 図 フェノール・ピリジンで二次元展開を行ったときのアミノ酸のクロマトグラム
(*印のアミノ酸は塩酸塩を使用)

となる。フェノールを展開溶剤としたときのアミノ酸の R_f 値はグリシン・セリン・タウリン間では大差がないが、それ以外のアミノ酸とは大きく異なる。一方ピリジンでは前記したようにグリシン・セリン・タウリンの R_f 値には可成りの差が見られる。従つて二次元クロマトグラフィー用の溶剤としてはフェノール・ピリジンの組合せは好都合である。各種アミノ酸混合物を試料として、第一次展開にフェノール・0.1%アンモニア水 (90 : 35)、第二次展開にピリジン・水 (65 : 35) を溶剤として用いて二次元クロマトグラフィーを行い、試料中のグリシン・セリン

・タウリンを検出することができた。このときのクロマトグラムを模式的に図示すると第 5 図の

※ 第 1～3 図にみられる R_f 値とは差異がみられる。温度・時間・ピリジンの純度等の展開条件の相違に起因するものであろう。

うになる。バリン・メチオニン・トリプトファン・ロイシン・イソロイシン・フェニールアラニン等のスポットは互に重なり合い、個々のアミノ酸の検出は不可能であつた。これ等のアミノ酸については、一般的に使用されているフェノール・ブタノールの組合せによる二次元クロマトグラフィーが適用されるべきである。即ち各種アミノ酸混合物が試料であるときには、グリシン・セリン・タウリンの検出にはフェノール・ピリジンの溶剤の組合せ、それ以外のアミノ酸の検出には例えばフェノール・ブタノールの溶剤の組合せ等による二次元ペーパー・クロマトグラフィーを行うことによつて、試料中の各アミノ酸を検出することができる。

魚肉エキスについての検出例

2、3の魚肉エキスについて上述のフェノール・ピリジンを展開溶剤に用いる二次元ペーパークロマトグラフィーにより、グリシン・セリン・タウリンの検出を試みた結果は第2表に示すように、これ等3種のアミノ酸の存在を知る。

〔第2表〕 魚肉エキス※のグリシン・セリン・タウリンの検出

アミノ酸		グリシン	セリン	タウリン
魚種				
サンマ <i>Colorabis saira</i> (BREVOORT)	普通肉	++	±	++
サンマ <i>C. saira</i>	血合肉	++	+	+++
カツオ <i>Katsunus pelamis</i> (LINNE)	普通肉	++	+	++
カツオ <i>K. pelamis</i>	血合肉	++	+	+++
マハゼ <i>Acanthogobius flavimanus</i> (T. & S.)	普通肉	+++	+	++

※ 生鮮魚肉の80%アルコール可溶物

±, +等の記号はニンヒドリンで発色させたクロマトグラムの肉眼的観察によるスポットの呈色の程度を示す。

濾紙上でのアミノ酸のニンヒドリンによる発色の感度は夫々のアミノ酸によつて異なる。その最小検出量についてはグリシンは0.05~1 γ 、タウリンは0.2~3 γ との報告がみられる^{1,2,5)}。第2表でもタウリンはグリシンよりもニンヒドリンによる発色のはるかに弱いことが見られる。一方魚肉エキスにタウリンが多量に含まれているとの報告がみられる⁶⁾。クロマトグラム上でのスポットの発色程度を肉眼的に観察して、量的な判定を行うことには無理があるうが、ニンヒドリンによる発色感度の低いタウリンの呈色が第2表に見られるように強いことから考へると、サンマ・カツオ・ハゼ肉のエキスにはタウリンが可成り多く含まれているものと推定できよう。

摘 要

1. グリシン・セリン・タウリンの何れか、又はその混合物が試料であるときのペーパー・クロマトグラフィーではピリジンが展開溶剤としての分離能がよかつた。
2. ピリジン・水 (65 : 35) で展開したときの R_f 値はグリシン 0.55, セリン 0.63, タウリン 0.80であつた。
3. 試料が多数の各種アミノ酸の混合物でこれからグリシン・セリン・タウリンを検出するに、フェノール・0.1%アンモニヤ水 (90 : 35) 及びピリジン・水 (65 : 35) の溶剤の組合せで二次

元ペーパー・クロマトグラフィーを行うと好結果が得られた。

4. 2,3の魚肉のエキス分について、上記条件で二次元ペーパー・クロマトグラフィーを行ったところ、ニンヒドリンによるタウリンの強く発色したスポットが見られ、サンマ・カツオ・ハゼ肉のエキス中には可成りの量のタウリンが含まれていると推定された。

終りにのぞみ、種々御配慮と御教示をいただいた利用部長谷井博士、東北大学農学部教授土屋博士、実験に御協力いただいた八百和子氏、鹿野凱紀氏の各位に厚く謝意を表します。

文 献

- 1) Pratt, J.J. ; Auclair, J.L. : Science **108**, 213-4 (1948)
- 2) Dent, C.E. : Biochem. Jour. **43**, 169-180 (1948)
- 3) Kawerau, E. ; Wieland, Th. : Nature **168**, 77-8 (1951)
- 4) Bentley, H.R. ; Whitehead, J.K. : Biochem. Jour. **46**, 341-5 (1950)
- 5) Auclair, J.L. ; Dubreuil, R. : Chem. Abstr. **47**, 1214-5 (1953)
- 6) Jones, N.R. : Biochem. Jour. **56**, xxii (1954)
Shewan, J.M. ; Jones, N.R. : Jour. Sci. Food Agr. **8**, 491-8 (1957)

既刊 東北海区水産研究所 研究報告

第 1 号 (昭和 27 年 6 月発行)

頁	続番号								
1	第 10 号	東北海区に來遊するカツオのポピュレーションに就いて……………	川	崎	健				
15	第 11 号	音響測深儀に記録されたカツオ・マグロ群の像……………	{木岩服	村下部河	喜光稔	之助男			
20	第 12 号	東北海区に於ける底魚の消化系と食性に就いて 第 1 報 キチヂ……………	三	河	正	男			
25	第 13 号	東北海区産アブラガレイ <i>Atheresthes evermanni</i> JORDAN & STARKS に就いて 第 1 報 年令査定の基礎的研究……………	甲		二	郎			
35	第 14 号	底曳網の模型試験 (第 1 報) ……………	{猿渡安三	田辺井河	達光達正	雄男夫			
43	第 15 号	東北海区サメガレイ <i>Clidoderma asperrum</i> TEMMINCK & SCHLEGEL に就いて 第 1 報 年令査定の基礎的研究……………	甲		二	郎			
50	第 16 号	魚類の標識放流方法に関する一資料……………	{猿笠	田原村	達康喜	雄平之助			
54	第 17 号	ブリの産卵場・産卵期に関するブリの卵巣の調査……………	木						
63	第 18 号	垂下養殖カキの附着生物に関する研究 第 1 報 ムラサキイガイ (<i>Mytilus edulis</i> LINNÉ) の駆除について……………	{佐武	藤田	省忠	吾郎			
68	第 19 号	松島湾附近のシジミに関する研究……………	{谷平	田野	専和	治夫			
83	第 20 号	アブラザメ (<i>Squalus suckleyi</i> G.) の肝臓色彩とビタミン A 濃度 との関係……………	山	村	弥六郎				
88	本 稿	海況の変化に関する漁業生物学的研究……………	畑	中	正吉				

第 2 号 (昭和 28 年 11 月発行)

1	第 22 号	東北海区金華山沖に於けるカツオ主漁場の成立に就いて……………	北	野	清	光			
11	第 23 号	カツオに寄生する鉤頭虫類の 1 種 (<i>Rhadinorhynchus katsuwonis</i> HARADA) の寄生率について (予報) ……………	{堀小	田川	秀	之達			
19	第 24 号	薩南海区のカツオ幼魚の分布について……………	堀	田	秀	之			
22	第 25 号	釣上直後のカツオの体温に就いて (特に血合筋の異常高温に関して) ……	福	島	信	一			
26	第 26 号	東北海区に於ける底魚類の消化系と食性について (第 2 報) サメガレイ・ババガレイ……………	三	河	正	男			
37	第 27 号	ババガレイの年令査定及び成長……………	笠	原	康	平			
49	第 28 号	ナメタガレイ <i>Glyptocephalus stelleri</i> の年令に関する基礎的研究……………	橋	本	良	平			
56	第 29 号	垂下養殖カキの附着生物に関する研究 第 2 報 季節的变化……………	{谷佐	田藤	専省	治吾			
67	第 30 号	アマノリ類の生活史の研究 第 1 報 果胞子の発芽と成長……………	黒	木	宗	尚			
104	第 31 号	アサクサノリの糸状体の単胞子放出に就いて……………	黒	木	宗	尚			
109	第 32 号	内湾底土中の可溶性栄養塩について 第 1 報 底土に含まれる 可溶性栄養塩についての一考察……………	奥	田	泰	造			
118	第 33 号	内湾底土中の可溶性栄養塩について 第 2 報 底土耕耘による 栄養塩溶出の可能性について……………	奥	田	泰	造			
126	第 34 号	アブラザメ (<i>Squalus suckleyi</i> G.) の体長と肝油のビタミン A 濃度との関係……………	{山武	村藤	弥六一郎				
134	第 35 号	寒天ジェリーの強度について 第 4 報……………	谷	井	潔				

第 3 号 (昭和 29 年 10 月発行)

業績番号

第 37 号	カツオ群の性状 第 1 報 東北海区のカツオ群を“付きもの”別に 見た場合の各群の分布・餌付状態・群の大きさに就いて……………	木	村	喜之助	1
--------	--	---	---	-----	---

第 4 号 (昭和 30 年 3 月発行)

第 41 号	東北海区に於ける極前線帯とその変動について 第 1 報……………	川	合	英	夫	1
第 42 号	東北海区に於けるカツオ魚類の漁獲水温に就いて……………	黒	田	隆	哉	47
第 43 号	海区别カツオの食餌組成について……………	{堀小	田川	秀	之達	62
第 44 号	日本西南海区に來遊するカツオの移動および成長に就いて……………	川	崎		健	83
第 45 号	伊豆・小笠原及び東北海区におけるカツオの移動及び成長について……………	川	崎		健	101
第 46 号	日本近海に於けるマルソーダカツオの季節的分布とその成長……………	堀	田	秀	之	120
第 47 号	底曳網漁獲量の群衆生態学的考察……………	甲		二	郎	127
第 48 号	東北海区に於ける底魚類の消化系と食性に就いて 第 3 報 アブラガレイ……………	三	河	正	男	136
第 49 号	アブラガレイの年令査定に就いて……………	笠	原	康	平	147
第 50 号	ヤナギムシガレイの年令に関する基礎的研究……………	橋	本	良	平	156
第 51 号	サメガレイの生態学的研究 第 1 報 肥満度・生殖腺重量の季節的 変化に就いて……………	笠	原	康	平	165
第 52 号	スルメイカ <i>Ommastrephes sloani pacificus</i> (Steenstrup) の成長 度と産卵期に就いて……………	{安石	井戸	達芳	夫男	173
第 53 号	機船底曳網の網目に依るキチヂ魚体長の選択性……………	{丸小	山滝	一	潔三	180
第 54 号	松島湾の水産資源に関する基礎研究 第 1 報 松島湾の底質について……………	{奥佐	田藤	泰省	造善	187
寄稿	松島湾の水産資源に関する基礎研究 第 2 報 松島湾の底棲生物群集……………	山	本	護	太郎	208
第 55 号	内湾底土中の可溶性栄養塩について 第 3 報 底土に含まれている 可溶性栄養塩の海水中への溶出に関する二・三の考察……………	奥	田	泰	造	215
第 56 号	養殖海苔の色沢変化に関する研究 第 1 報 水溶性色素の変化について……………	佐	野		孝	243
第 57 号	乾燥・海水塩分・光線がアマノリ類の糸状体 (Conchocellus 期) に 及ぼす影響……………	{黒平	木野	宗和	尚夫	262
第 58 号	アサクサノリの糸状体の単胞子放出について 第 2 報 放出の日週期……………	{黒平	木野	宗和	尚夫	297
第 59 号	乾ノリに関する研究 第 1 報 ノリの赤外線乾燥処理についての考察……………	梅	本		滋	283
第 60 号	岩手県沿岸河川水質について……………	佐	野		孝	294
第 61 号	アブラガレイのビタミン A 含量の研究 第 1 報……………	{山武	村藤	弥清	六一郎	299

第 5 号 (昭和 30 年 10 月発行)

第 62 号	東北海区における極前線帯とその変動について (第 2 報)……………	川	合	英	夫	1
第 63 号	日本近海のカツオの卵巣について……………	八	百	正	和	43
第 64 号	移植サルボウの成長について……………	谷	田	専	治	53
第 65 号	養殖海苔の色沢変化に関する研究 第 2 報 脂溶性色素及び水溶性 色素の変化について……………	佐	野		孝	64
第 66 号	内湾底土中の可溶性栄養塩について 第 4 報 底土と海水間におけ る可溶性無機磷の行動に関する一実験……………	奥	田	泰	造	79

續番号				頁
第 67 号	魚類肝臓及び其の他の器官におけるビタミン A の存在状態に関する研究 (第 1 報)	山	村	弥六郎 92
第 68 号	チクロ漂白の目的で行われている過酸化水素処理について検討	梅	本	滋 103

第 6 号 (昭和 31 年 3 月発行)

第 70 号	サメのビタミン A に関する 第 1 報 原料学的研究	山	村	弥六郎 1
第 71 号	Notes on the Inversion of the Upper Water Temperature in the Waters to the Northeast of Japan in Summer	Hideo		Kawai 71
	〔BT の記録から見た夏季東北海区における上層水温の逆転について〕			
第 72 号	日本近海におけるビンナガマグロの生態について	{川相	崎	幸 健雄 81
		相	沢	
第 73 号	松島湾の水産資源に関する基礎研究 第 3 報 干潟の動物群集	{谷山	田	専 治郎 93
		山	本	
		佐	藤	護 省 太 吉
第 74 号	松島湾の水産資源に関する基礎研究 第 4 報 水質底質並に底棲動物の季節遷移	{谷奥	田	専 治造 106
		奥	田	泰

第 7 号 (昭和 31 年 3 月発行)

第 75 号	標準体長として測るべき魚体の部位について	木	村	喜之助 1
第 76 号	東北海区に於ける漁獲サンマの体長組成に就いて	福	島	信 一 12
第 77 号	サンマの肥満度について	{福永	島	信 一 璋 37
		永	沼	
第 78 号	サンマの脂肪含有量の変動に就いて	長	倉	克 男 54
第 79 号	サンマの食餌構成と摂餌行動について	{堀小	田	秀 子 60
		小	達	和
第 80 号	東北海区に於けるサンマ稚魚の分布と産卵魚の成熟状態	小	達	繁 70
第 81 号	海況による魚群の集合・分離の一理論			
	第 1 報 東北海区秋季のサンマ漁場に関して	木	村	喜之助 103
第 82 号	昭和 11 年～18 年時代の本邦サンマ流網漁況に就いて	木	村	喜之助 146
第 83 号	定置網の漁獲サンマに就いて	木	村	喜之助 184
第 84 号	津軽海峡周辺のサンマに就いて	{木堀	村	喜之助 239
	(東北水研・北海道水試共同調査)	堀	田	秀 繁 昭治
		小	達	
		福内	原	政
		内	藤	太 郎
寄稿	青森県西海岸に於けるサンマ漁況	大	高	兼 296

第 8 号 (昭和 31 年 11 月発行)

第 85 号	サンマの脊椎骨数	小	達	繁 1
第 86 号	サメのビタミン A に関する研究 第 2 報 不鹼化物の検索 (1)	{山武	村	弥六郎 15
		武	藤	清 一 郎
第 87 号	アマノリ類の糸状体の単胞子放出について (海での実験)	{黒平	木	宗 尚夫 27
		平	野	和
第 88 号	アサクサノリの糸状体の生長・単胞子嚢形成・単胞子放出	{黒平	木	宗 尚夫 45
	と水温との関係	平	野	和
第 89 号	養殖海苔の色沢変化に関する研究 第 3 報			
	所謂夏ノリの脂溶性色素及び水溶性色素の変化について	佐	野	孝 62
第 90 号	乾ノリに関する研究 第 2 報 ノリ糞についての考察	{梅谷	本	滋 治 70
		谷	田	専

第 9 号 (昭和 32 年 3 月発行)

業績番号				頁
第 91 号	寒天に関する研究.....	谷	井	深 1
第 92 号	サメのビタミン A に関する研究 第 3 報 A 真値及び遊離, エステル 両型ビタミン A について.....	{山武	村藤 弥清 六一郎	61
第 93 号	日本近海の竿釣りビンナガ漁業における漁況と海況との関係につい て 第 1 報 黒潮前線の南側の漁場.....	川	崎	健 69
第 94 号	東北海区にけるカタクチイワシに就いて.....	小	達	繁 111
第 95 号	カツオの胃内容物中にみられたゴマサバの幼・稚魚 (薩南海区) ...	堀	田	秀 之 129
第 96 号	垂下養殖カキの密度効果に関する研究 第 1 報原板内の個体密度効果	{谷菊	田 地 専省	治 吾 133
第 97 号	内湾底土中の可溶性栄養塩について 第 5 報 窒素並に磷の無機化 に及ぼす貯蔵温度の影響.....	奥	田	泰 造 143
第 98 号	内湾底土中の可溶性栄養塩について 第 6 報 底土間隙水中に含ま れている無機態の窒素並に磷の季節的变化.....	奥	田	泰 造 151
第 99 号	塩釜港内水に及ぼす廃水・陸水の影響 第 1 報港内水の一般的性状...	{谷奥佐	田 田 藤 専 泰 重	治 造 勝 165
第 100 号	塩釜港内水に及ぼす廃水・陸水の影響 第 2 報 大雨後に於ける 港内水の性状.....	{佐奥谷	藤 田 重 泰 専	勝 造 治 181

第 10 号 (昭和 32 年 11 月発行)

第 101 号	プランクトンの水塊指標性について.....	{木小	村 達 喜 之 助	和 子 1
第 102 号	日本近海のカツオ竿釣り漁業における漁況の変動について 第 1 報...	川	崎	健 17
第 103 号	日本近海の竿釣りビンナガ漁業における漁況と海況との関係につい て 第 2 報 黒潮前線の北側の漁場.....	川	崎	健 29
第 104 号	ババガレイの生物学的研究 第 1 報 卵巣の成熟について.....	笠	原	康 平 46
第 105 号	松島湾の水産資源に関する基礎研究 第 5 報塩釜港の紫漬について...	{谷佐	田 藤 専 重	治 勝 56
第 106 号	松島湾の水産資源に関する基礎研究 第 6 報 松島のエビの生態 その 1.....	佐	藤	重 勝 75
第 107 号	養殖海苔の色沢変化に関する研究 第 4 報 藻体吸収曲線の変化...	佐	野	孝 89
第 108 号	ワカメの生態及び養殖に関する研究.....	{黒秋	木 山 宗 和	尚 夫 95
第 109 号	魚類肝臓及びその他の器官におけるビタミン A の存在状態に関する 研究 第 2 報 所謂黒肝中のメラニン色素によるビタミン A の吸着と その化学的証明.....	山	村	弥 六 郎 118
第 110 号	On the natural Coordinate System and its Applications to the Kuroshio System	Hideo		Kawai 142

第 11 号 (昭和 33 年 3 月発行)

第 111 号	東北海区におけるヒレグロの分布.....	{浜石	井 戸 生 三	芳 男 1.
第 112 号	サンマの形態学研究.....	小	達	繁 38
第 113 号	飼育実験によるサンマの成長について.....	堀	田	秀 之 47.
第 114 号	日本近海のカツオ竿釣り漁業における漁況の変動について 第 2 報...	川	崎	健 65
第 115 号	海水密度の鉛直分布に於ける“密度逆転”に就いて.....	黒	田	降 哉 82

業績番号					頁
第 116 号	塩酸による種ガキ採苗器の洗滌について……………	菊佐奥谷	地藤田田	省重泰専	吾勝造治 88
第 117 号	附着硅藻の生態学的研究, 特に浮游・底棲硅藻との関係について 第 1 報 塩釜港における附着硅藻の季節的变化の概況……………	佐藤	藤田	重泰	勝治 94
第 118 号	松島湾の水産資源に関する基礎研究 第 7 報 底棲動物の垂直分… 布とその季節遷移……………	谷奥	田田	専泰	治造 112
第 119 号	Sponges collected from Oyster-Rafts in Matsushima Bay and its adjacent Waters……………	Senji		Tanita	127

第 12 号 (昭和 33 年 10 月発行)

第 120 号	東北海区に於けるサンマ漁況と海況との関係に就いて……………	福島	島村	信喜	一助 1
第 121 号	流れ藻調査から得られたサンマの産卵に関する知見… 東北水研 〃 〃 北海道水試 〃	木堀福小福内	村田島達原藤	喜秀信	之助一繁章治 28
第 122 号	Biological Comparison between the Pacific Tunas. Part 1 ……	Tsuyoshi	Kawasaki		46
第 123 号	東北・北海道太平洋沿岸海域動物プランクトンの群集生態学的研究 第 1 報 群集の統計的研究法の吟味並びに春季群集の水塊指標性…	浜阿	井部	生三	進 80
第 124 号	日本近海産サバ属魚類の頭骨に就いて……………	東北海水研 東海水研 〃	堀阿高	田部島	秀宗百合 101
第 125 号	表面等温線の描き方について……………	川合	英夫		106
第 126 号	アブラガレイ (<i>Athresthes evermanni</i>) のビタミン A 含有量の 研究 (第 2 報) ……………	山武	村藤	彌六郎	清一 121

既刊研究業績 (東北海区水産研究所 研究報告以外の分)

業績番号					
第 1 号	漂流瓶による海流調査 (第 1 報) 駿河湾の海流 (特に湾内の循環流に就いて) ……………	木村喜之助			〔日本海洋学会誌, 第 5 巻, 第 2 ~ 4 号, p. 70 ~ 84 (1950)〕
第 2 号	東北海区カツオ魚体組成について ……………	山中一郎			〔日本海洋学会誌, 第 5 巻, 第 2 ~ 4 号, p. 99 ~ 104 (1950)〕
第 3 号	異方性海洋に於ける定常吹送循環流に就いての一問題 第 1 報 解析的解法 (其の 1) ……………	斎藤泰一			〔日本海洋学会誌, 第 5 巻, 第 2 ~ 4 号, p. 130 ~ 142 (1950)〕
第 4 号	寒天ジェリーの強度について (其の 3) ……………	谷井潔			〔日本水産学会誌, 第 16 巻, 第 4 号, p. 115 ~ 118 (1950)〕
第 5 号	アブラザメ燻製保存試験 第 1 報 腐敗観を呈する迄の日数と温度との関係 ……………	山村弥六郎			〔日本水産学会誌, 第 16 巻, 第 10 号, p. 433 ~ 434 (1951)〕
第 6 号	同 上 第 2 報 油脂の変化について ……………	山村弥六郎			〔日本水産学会誌, 第 16 巻, 第 11 号, p. 510 ~ 512 (1951)〕
第 7 号	同 上 第 3 報 アンモニアの生成について ……………	山村弥六郎			〔日本水産学会誌, 第 16 巻, 第 11 号, p. 513 ~ 516 (1951)〕
第 8 号	魚粉食用化に関する研究…東秀雄, 新田忠雄, 長倉克男, 梅本滋 〔日本水産学会誌, 第 17 巻, 第 6 号, p. 147 ~ 156 (1951)〕				
第 9 号	アブラザメ肝臓のビタミン A に関する研究 第 4 報 季節的变化について ……………	山村弥六郎			〔日本水産学会誌, 第 17 巻, 第 11 号, p. 337 ~ 341 (1952)〕

- 第 21 号 サバの洄游路 (サバ標識放流試験結果)
木村喜之助〔日本水産学会誌, 第19巻, 第4号, p. 415~423(1953)〕
- 第 36 号 $\text{NH}_3\text{-H}_2\text{O}$ 系による寒天質の抽出について…谷井 潔 (東北水研), 絹巻 丞 (東北大学非水研)
〔東北大学非水溶液化学研究所報告, 第3巻, 第2号, p. 129~136(1953)〕
- 第 38 号 魚肉の坐りについて (V) 座りの判定及び比較の方法
梅本 滋 (東北水研), 岡田 稔 (東海水研), 右田正男 (東海水研)
〔日本水産学会誌, 第20巻, 第4号, p. 313~318(1954)〕
- 第 39 号 サンマの黄色色素について (予報)
長倉 克男〔日本水産学会誌, 第20巻, 第4号, p. 286~291(1954)〕
- 第 40 号 $\text{NH}_3\text{-C}_5\text{H}_5(\text{OH})_3$ 系に依る寒天質の抽出について
谷井 潔 (東北水研), 絹巻 丞 (東北大学非水研)
〔東北大学非水溶液化学研究所報告, 第4巻, 第2号, p. 133~142(1954)〕
- 第 69 号 $\text{NH}_3\text{-H}_2\text{O}$ 系抽出粗寒天の精製に関する研究
谷井 潔 (東北水研), 絹巻 丞 (東北大学非水研)
〔東北大学非水溶液化学研究所報告, 第5巻, 第2号, p. 65~75 (1955)〕

既 刊 出 版 物 (研究業績以外の重要出版物)

東北水研叢書

- | | | |
|-----|--|--------|
| 第1号 | カツオに就いて | (1952) |
| 第2号 | カキの養殖 | (1952) |
| 第3号 | 海苔養殖に就いて | (1952) |
| 第4号 | サメの利用 | (1952) |
| 第5号 | 東北・北海道太平洋沿岸水域に於ける機船底曳網漁業の禁止
区域と網目について | (1952) |
| 第6号 | 東北海区の底魚 | (1956) |

東北海区水産研究所海洋資源年報

- | | |
|------------------------|-----------|
| (別冊) 昭和22年度・23年度海洋調査資料 | (1958 発行) |
| 昭和24年度海洋調査篇 | (1952 〃) |
| 昭和25年度海洋調査篇 | (1958 〃) |
| 昭和26年度底魚資源篇 | (1952 〃) |
| 昭和26—27年度底魚資源篇 | (1954 〃) |
| 昭和27—28年度底魚資源篇 | (1955 〃) |
| 昭和28—29年度底魚資源篇 | (1956 〃) |
| 昭和29—30年度底魚資源篇 | (1958 〃) |
| 昭和26年度カツオ資源篇 | (1955 〃) |
| 昭和26年度サンマ資源篇 | (1955 〃) |
| 昭和27年度カツオ資源篇 | (1957 〃) |
| 昭和27年度サンマ資源篇 | (1957 〃) |

— 東 北 海 区 水 産 研 究 所 —
研 究 報 告 (第13号)

印刷発行 昭 和 3 4 年 3 月 2 0 日
編 輯 東 北 海 区 水 産 研 究 所
印 刷 者 柳 川 太 郎

凸版印刷株式会社仙台工場
仙 台 市 清 水 小 路 1 0

発 行 所 東 北 海 区 水 産 研 究 所

宮 城 県 塩 釜 市 東 塩 釜 電 話 1260 番

CONTENTS

Kuroda, R.	Notes on the Phenomena of "Inversion of Water Temperature" off the Sanriku Coast of Japan.....	1
Kawai, H.	On the Polar Frontal Zone and its Fluctuation in the Waters to the Northeast of Japan. (III). Fluctuation of the Water Mass Distribution during the Period 1946-1950 and Hydrographic Conditions in the Fishing Grounds of Skipjack and Albacore.....	13
Hotta, H., Kariya, T. and Ogawa, T.	A Study on the "Biting" of Skipjack in the Live-Bait Fishery. Part 1. Relation between the "Biting" and the Alimentary Canal in the Tohoku Sea Area.....	60
Kawasaki, T. and Naganuma, A.	On the Fluctuation of the Fisheries Conditions in the Live-Bait Fishery of Skipjack in Waters adjacent to Japan. III.....	79
Kawasaki, T.	A basic Study on the Biology of the Jack Mackerel, <i>Trachurus japonicus</i> (TEMMINCK et SCHLEGEL).....	95
Akiyama, K.	Ecological Study of <i>Enteromorpha</i> . (I) <i>Enteromorpha nana</i> var. <i>minima</i> SJÖSTEDT.....	108
Umemoto, S.	Paper Chromatography of Glycine, Serine, and Taurine using Pyridine as developing Solvent.....	115